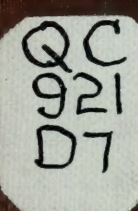
J. Dreis

Aus dem Reiche der Wolken









Herrn Prof. Dr. Mecking
gewidmet
von seinem Schüler
Kiel. 3.13.I.1914.

Deutsche

Jugend- und Volksbibliothek

Band 231.

Aus dem Reiche der Wolken.

Von

J. Dreis.

Mit 16 Abbildungen.

Stuttgart, 1911.
Verlag von J. F. Steinkopf.

Aus dem Reiche der Wolken.

Von J. Dreis.

Mit 16 Abbildungen.



Stuttgart, 1911.

Verlag von J. F. Steinkopf.



Gedruckt in Stuttgart
bei J. F. Steinkopf.

Einleitung.

Ein drückend schwüler Sommertag lastet über der Erde. Die Luft ist wie eine schwere, bleiche Masse, durch welche selbst die Sonnenstrahlen kaum hindurch können. Kein Luftzug regt sich; stumm stehen die Bäume, und selbst das Bächlein wagt kaum zu plätschern. — Und zwei Wanderer gehen auf öder, staubiger Landstraße... Der eine bin ich und der andere — bist du. Wir trafen einander — natürlich ganz zufällig — und da wir den selben Weg haben, so gehen wir ihn halt gemeinsam. Und stillschweigend gehen wir dahin, zerreiben mit unsern Schuhen den Staub.

Ein kleines Wölkchen erscheint derweil am Himmel. Es hat eine ganz gerade Unterfläche und darauf sitzt ein winziges Köpfchen... Langsam bewegt es sich näher. Eine ganze Reihe Kameraden folgt ihm. Sie schließen sich zusammen zu einer langen Wolkenreihe mit gemeinsamer Unterfläche. Sieh sie dir einmal genau an: Wir können mit Sicherheit auf ein Gewitter rechnen! Ja, noch bevor wir unser Ziel erreichen, muß es da sein. — Doch, ich sehe, du wirst mißmutig, du drängst mich zur Eile! — Ich bitte dich, habe keine Besorgnis; wenn wir auch wirklich ein wenig naß werden, laß es ruhig geschehen: Dafür

wirst du aber heute noch etwas ganz besonders Schönes zu sehen bekommen...

Doch schau! Während wir miteinander reden, hat sich der Himmel mit einem Male verändert. Aus den kleinen Wolken und Wolkenreihen ist ein buntes Durcheinander von Wolken geworden. Große und breite Wolkenbarrikaden sind da. Die Köpfchen sind zu großen Kuppen herangewachsen, und Fetzchen drängen und schieben sich hier und da dazwischen, um — — — wie sage ich? — der ganzen Bewölkung ein recht erregtes Aussehen zu verleihen — obgleich sie sich kaum bewegt. Sieh nur, wie dicht sich die Wolken zusammendrängen. Schon berühren sie sich, schon bilden sie eine Decke. Da — —, du atmest erleichtert auf — ein Regentropfen traf deine Nase, und — von irgendwelchen Gewittererscheinungen — keine Spur! Ja, ein feiner Dunst breitet sich unter der Wolkendecke aus, und wirklich beginnt es jetzt ernstlich zu regnen!

Schon frohlockst du und lachst mich aus —. Gewiß, lache nur ein wenig; du wirst auch gleich Gelegenheit haben über ein Gewitter zu lachen! — Ja, siehst du dort? Gerade vor uns — in halber Horizonthöhe ist schon wieder ein Stück blauen Himmels, und langsam beginnt daselbst die Wolkenschicht zu schwinden, — langsam bewegt sich ihr Rand — näher heran — über uns hinweg und weiter dem nördlichen Horizont zu. — Und dort: siehst du's? Dort kommt heran unmittelbar hinter dieser regnenden Wolkenschicht ein feiner Schleier. Er dehnt sich aus bis zum Horizont

im Süden, und hier liegt eine schwere, dunkle Masse. Schon kann man ein ganz schwaches Leuchten wahrnehmen, wie von Blitzen! Nun aber Ruhe, Ruhe! Siehst du jenes Haus vor uns? Da wollen wir den stärksten Regenguß erwarten. Zunächst aber fassen wir noch einmal das ganze Himmelspanorama ins Auge. Hinter uns entschwindet langsam die regnende Wolkenschicht. Jetzt in der Ferne am Horizont sieht sie ganz dunkel aus. Ihr Rand hat seine gerade Linie eingebüßt, und es zieht eine ganze Reihe von kleinen Wolkenzügen hinternach. Sogar über uns bewegen sich noch einzelne kleine Ballen. Der feine Faserwolkenschleier bildet einen weit über den Himmel ausgebreiteten Schirm. Sehr deutlich und scharf sind seine Ränder geprägt. Je dichter er wird, um so deutlicher zeigt er eine wellenartige Anordnung seiner Fasern und Linien. Kleine rundliche Ausbuchtungen nach unten erscheinen, fast wie ein altes, abgenutztes Dorfstraßenpflaster. Schließlich ist es wie ein dunkles, faltiges Tuch.

Da — endlich — erscheint am südlichen Horizont vor uns eine mächtige, nach oben zu hoch aufgewölbte Masse. Am ganzen Horizont wird sie nach und nach sichtbar; nur rechts von uns, im Westen bricht sie plötzlich ab. Sie bewegt sich langsam, schräge auf uns zu. Ein heller Streifen wird ganz unten am Horizont sichtbar; es ist dort wie eine graue, gestreifte Masse. In dieser zucken alle Augenblicke horizontale Blitze. —

Wir haben das Haus jetzt erreicht und treten

durch die Gartenpforte ein in den Vordergarten. Zur Rechten steht eine kleine Laube; in die flüchten wir, um den Blick möglichst frei zu haben. —

Die dunkle Wolkenmasse bewegt sich eilend heran unter der Wolkenschicht, hinter ihr die hellere Masse — offenbar der strömende Regen. Kaum ist der dunklere Rand des Gewitters über uns hinweg und die hellere „Masse" heran, da beginnt der Regenguß. Kaum können wir durch die Fensterscheiben sehen, an denen die Regenmassen dicht herabfließen. Die Blitze zucken — soviel können wir erkennen — in horizontaler Richtung, und lange und laut rollt der Donner.

Die vorhin noch so deutlich und scharf gezeichnete Wolkenmasse ist plötzlich ganz verschleiert; weit hinter uns im Norden sieht man gegen den „blauen" Himmel die Massen des Regens sturmgepeitscht stoßweise dahinjagen. — — — Langsam hört der Regen jetzt auf, und klarer wird wieder die Wolkendecke. Nun aber müssen wir hinaus, denn sonst entgeht uns das Schönste ...

Wie scharf gezeichnet und klar da die ganze Wolkenschicht über uns liegt! Im Westen, im Osten und ganz fern im Norden — man vermutet ihn hier nur — sind die Ränder des Gewitters. Dies bildet einen langen, breiten Wolkenzug, der mitten über den Himmel dahinfließt. Betrachte einmal besonders genau die Randbildung. Wie fein gestaltet und doch so massiv ist hier die Masse gebaut! Feine Streifen und Fetzchen sind da zu einer dichten, festen Schicht zusammen=

geschweißt. Überall in der Wolkendecke sind die seltsamsten Schattenfiguren zu beobachten.

Jetzt — merke recht scharf auf! — erheben sich an der Unterfläche der Wolkendecke kleine Wölbungen. Die bisher deutlichen Einzelheiten werden wieder verschwommen und verschwinden hinter einer nach unten gebuchteten, stark wässerigen Fasermasse. Die Wölbungen senken sich weiter nach unten und reißen: Nun hängen da plötzlich ganz lange, gerade Streifen herab... Und damit beginnt es wieder allgemach zu tröpfeln, erst leise, dann immer heftiger und dichter. — Die Wölbungen waren also der Regen, der sich plötzlich neu bildete!

Die Blitze beginnen indes auch wieder zu zucken — nach einer kurzen Pause. Wie behende sie sich an der Wolkendecke entlang schlängeln! An ihren Enden — achte einmal darauf — gehen sie in feine Strahlenbüschel über, welche sich allmählich in der Wolkenmasse verlieren.

Im Südosten erscheint nunmehr der endliche Rand des langen Gewitterzuges, und langsam, langsam regnet die Wolkendecke ab. Noch lange, nachdem sie schon fortgezogen ist, kann man im Norden einen großen Wolkenschweif sehen. Und klar und rein ist über uns der Himmel. In ungeahnter Pracht und Herrlichkeit geht im Westen die Sonne unter...

Weiter gehen wir miteinander und lebhaft sprechen wir über das, was wir gesehen... Wir gehen und gehen und erreichen schließlich unser Ziel. — —

Diese kleine Erzählung, werter Leser, bitte ich dich nunmehr einmal in die Wirklichkeit übersetzen zu wollen: Du fandest mein Büchlein angezeigt — oder sahst es liegen und kauftest es dir. Und nun bitte ich dich, mich auf einer Reise zu begleiten ins schöne Reich der Wolken. — Allerdings, bevor wir diese Reise antreten können, müssen wir doch zunächst einen kleinen Prospekt studieren, nämlich die wichtigsten Gesetze kennen lernen, nach denen sich Wolken bilden und formen; wir werden dann vermutlich mehr von dem haben, was wir noch zu sehen bekommen. —

1. Kapitel.

Woraus die Wolken entstehen und wie man sich ihr Schweben zu denken hat.

Gewiß hast du schon einmal an einem frischen Taumorgen am geöffneten Fenster oder vielleicht gar draußen im Freien gestanden, um die Schönheit des Morgens auf dich einwirken zu lassen. Und da wird es dir nicht entgangen sein, daß die Luft mit unzähligen kleinen, weißen Körpern erfüllt war, die sich langsam senkten. Diese Pünktchen legten sich behutsam auf den Boden, auf Blätter, Zweige usw. und bildeten besonders auf den Blättern einen zarten Überzug von Staub, welcher in der Sonne glitzerte.

Wir nennen diese Erscheinung den Tau. Seine Bedeutung für die Vegetation während der trockenen Jahreszeit besonders in den Tropen ist dir wohl hinlänglich bekannt. Der Tau bildet nun die einfachste Erscheinung, bei der wir Feuchtigkeit in der Luft *schwebend* sehen. Es gibt aber noch etwas anderes, welches viel Ähnlichkeit mit dem Tau haben kann, ja, bisweilen mit ihm verwechselt wird, nämlich den Nebel. Auch dieser besteht aus lauter kleinen Punk-

ten, welche nur viel dichter schweben und **nicht** fallen. Den feinen Dunst kann man sehr schön beobachten, wenn man des Morgens auf feuchtem Ackerland steht, und wenn die erste Morgensonne scheint. Dann schweben ebenfalls unzählige kleine Körperchen in der Luft, in der Ferne noch in ihrer Gesamtheit als dichter Dunst erkennbar.

Was sind nun diese Pünktchen? Auf den ersten Blick könnte man sie für gemeinen Staub halten. Doch da sie auf den Blättern usw. in der Sonne glitzern und sich in ihrer Menge feucht anfühlen, muß es schon Wasser sein. Also schwebendes Wasser. Aber sind diese zarten, feinen Pünktchen wirklich massiv? Man sollte sie doch eigentlich für winzige Bläschen halten!

Nun, das Mikroskop, jenes wundersame Instrument, welches uns die feinsten Feinheiten in der Natur **sehen** läßt, hat uns den Beweis erbracht, daß jene Körperchen massiv sind. Man hat nämlich auf den Objektträger eines Mikroskops eine Anzahl solcher Tröpfchen fallen lassen. Diese bildeten — durch die Linse betrachtet — kleine runde, durchaus lückenlose Flächen, die allmählich verdampften. Wären es Bläschen gewesen, so hätten sie beim Aufprallen aufs Glas zerplatzen und offene Kreise mit trockenem Innenraum bilden müssen.

Also die Pünktchen, aus denen die Masse des Nebels — wie auch die meisten anderen Wolkenarten — besteht, sind massive Wasserkügelchen. Mit diesen

Wasserteilchen hat es nun eine besondere Bewandtnis. Es wird dir gewiß nicht entgangen sein, daß nach einem Regenfall die Fensterscheiben immer ziemlich beschmutzt sind. Woher kommt nun aber dieser Staub? Wurde er etwa von der Erde aufgewirbelt und blieb so an den befeuchteten Fensterscheiben haften? Das kann ja allerdings vorkommen, doch würden dann nur die Fenster der untersten Stockwerke eines Hauses betroffen werden, während dieser Staubniederschlag doch ganz allgemein an allen Fenstern beobachtet wird. Wir müssen schon annehmen, daß die Staubmassen selbst in den Regentropfen in großer Menge enthalten waren. Wie aber kam der Staub in die Regentropfen hinein? Diese Frage kannst du dir sowohl durch Beobachtung als durch Überlegung beantworten: Die Regentropfen fallen aus den Wolken; sie setzen sich ganz einfach zusammen aus den Nebelkörperchen — wie, das werden wir noch erfahren. Wenn also in einem Regentropfen eine gewisse Menge Staub enthalten ist, so kann man wohl getrost annehmen, daß dieser Staub auch schon in den Nebeltröpfchen enthalten war. Und diese unsere Annahme rechtfertigt sich auch durchaus durch unmittelbare Beobachtung. Mikroskopierst du nämlich eine Anzahl solcher Tröpfchen, so entdeckst du in jedem einen winzig kleinen Punkt, einen Staubkern. Da dieser Staubkern bei fast allen Tröpfchen vorhanden ist, so muß er für sie schon eine gewisse Bedeutung haben. Und es ist auch in der Tat ge-

lungen, diese Bedeutung herauszufinden. Stellen wir uns vor, wir hätten zwei Nebeltröpfchen vor uns schwebend, von denen das eine einen Staubkern enthalte, während das andere leer sei. Du wirst verstehen, daß dasjenige *mit* Staubkern größer sein muß, als dasjenige ohne —, wenn auch nur eine ganz kleine Idee größer! Infolgedessen aber muß es auch eine schwächer gekrümmte Oberfläche haben als das andere. Du kannst es dir leicht klar machen, indem du mit einem Zirkel zwei Kreise von verschiedener Größe zeichnest und einzelne Kreisbögen miteinander vergleichst. Außerdem, und das ist allerdings nicht so leicht zu beweisen, hat der größere Körper *im Verhältnis zu seiner ganzen Masse* eine kleinere Oberfläche, als der kleinere im *Verhältnis zu der seinigen*. Ein scharf gekrümmter Körper bietet eben der Luft einen größeren Teil seiner Gesamtmasse dar als ein mehr ebener. Je mehr Masse aber ein flüssiger Körper der Luft darbietet, um so eher verdunstet er. *Darin* also besteht die Aufgabe der Staubkerne: Sie sollen die Tröpfchen vor dem Verdunsten schützen! Die Nebelkörperchen zeigen also eine ganz ähnliche Neigung, wie wir Menschen; fühlen wir uns doch erst dann glücklich, wenn wir etwas gefunden haben, irgend einen Anker, an dem wir unser Lebensschifflein befestigen können.

Nun willst du mich gewiß fragen: „Wie machen es denn die Nebelkörperchen, wenn sie sich ihre Staubkörnchen suchen, und warum wählen sie sich denn

gerade den häßlichen Staub?" Nun, diese letztere Frage kann ich dir leicht beantworten: Es befinden sich als *feste Körper* — neben den Bakterien, die natürlich nicht in Betracht kommen — in der Luft nur die Stäubchen. Die Feuchtigkeit hat also gar keine Wahl. — Die andere Frage muß ich dich bitten noch ein wenig zurückzuhalten; wir wollen uns hernach auch über sie unterhalten.

Es gibt aber noch einen anderen Umstand, dessen Erklärung uns Schwierigkeiten bereitet, auf den ich auch schon hinwies. Das ist das *Schweben* der Wolken. Wenn die Tröpfchen massive Körperchen sind, warum fallen sie dann nicht einfach zur Erde? Wenn es doch Bläschen wären! Dann dürfte man doch zum mindesten an den Luftballon denken! Nun, auch darüber können wir uns Rechenschaft geben. Zwei Möglichkeiten gibt es: Entweder sind die Tröpfchen zu klein oder leicht, um zu fallen, oder sie schweben nur scheinbar. Jene Möglichkeit kommt in Betracht für staubfreie Tröpfchen — die natürlich *auch* vorkommen. Bei den gewöhnlichen Tröpfchen mit Staubkern aber ist das Schweben ein durchaus nur *scheinbares*. Es ist nämlich dort, wo Wolken entstehen, fast immer ein aufsteigender Luftstrom vorhanden — eine Tatsache, die du mir vorläufig einmal glauben mußt; später erkläre ich sie dir noch. Diese aufsteigenden Luftströme (die hinfort einfach „Aufströme" heißen mögen, weil wir noch recht häufig mit ihnen zu tun bekommen) erhalten die Tröpfchen zwar in

gleicher Höhe über dem Erdboden, doch im eigentlichen Sinne f a l l e n sie ja doch durch die aufsteigende Luftmasse. Das Schweben der Wolken ist natürlich am besten verständlich bei ganz ruhiger Luft. Wenn es stürmt, so werden die Feuchtigkeitsteilchen in horizontaler Richtung fortgepeitscht. Die Neigung der Luft aufwärts zu steigen bleibt dabei aber bestehen; sie weht eben etwas schräge aufwärts, während sich die Wolken, wie gesagt, wagrecht bewegen. Wenn wir einmal in einem schweren Regensturm die flüchtigen Fetzenwolken genau ansehen, so sind sie stets an ihrer Vorderseite ein wenig schräge aufwärts gerichtet. Übrigens genügt in den höchsten Höhen der Atmosphäre, da wo die feinen Federwölkchen schweben, wo die Anziehungskraft der Erde überaus gering wird, auch der schwächste Aufstrom, um hier das Schweben der Wolken zu erklären.

2. K a p i t e l.

Wie sich die Wolken unsichtbar machen, und wie sie wieder erscheinen.

Du glaubst gewiß, ich wolle dir ein Märchen aufbinden! Wolken, die sich unsichtbar machen! Solche Dinge sind doch ganz gewiß nur in Märchenbüchern zu lesen! Und doch ist es nur eine ganz einfache, nüchterne Wahrheit! Allerdings können die Wolken nicht willkürlich verschwinden, wie die Märchen- und Sagengestalten der Nibelungen usw., sondern sie sind in

ihrem Erscheinen, ihrem Entstehen und Vergehen an ganz bestimmte Gesetze gebunden, und wenn sie verschwinden, so bedienen sie sich dabei auch keiner Tarnkappen, wie jene, sondern sie — ersterben eben, wie wir Menschen, wie alle Lebewesen sterben.

Die Nebelkörperchen werden von der Luft aufgesogen und ausgestoßen; sie verschwinden und erscheinen wieder. Nun wirst du aus der Physik wissen, daß kein Stoff, der in der Welt vorhanden ist, spurlos verschwinden kann. Wenn er auch scheinbar verschwindet, so ist er doch noch in irgend einer Gestalt oder in irgend einem Zustande vorhanden. Man nennt es das „Gesetz von der Erhaltung des Stoffes“. So müssen auch die Nebeltröpfchen nach ihrem Verschwinden irgendwie in der Luft enthalten sein. Wenden wir uns zunächst einmal wieder an das Mikroskop, ob das uns vielleicht den Aufenthalt der Feuchtigkeit verraten will: Wir versuchen feuchte, klare Luft zu mikroskopieren — doch da läßt uns sogar das Mikroskop im Stich; wir sehen hier auch nicht das geringste Etwas, selbst mit dem besten Instrument nicht. Da müssen wir denn einmal zum äußersten, letzten Mittel greifen, welches zwar nicht ganz wissenschaftlich ist, doch uns befähigt, das schwierigste Problem spielend zu lösen, nämlich zur Phantasie. Ohne etwas Glaubensfähigkeit und Phantasie kann man in keiner unserer modernen Wissenschaften auskommen. Es gibt doch selbst in der Wissenschaft, die von allem Unsicheren frei sein sollte, der Mathematik, Dinge,

die man schlechterdings glauben muß, von denen man ausgeht, um das ganze Gebäude darauf aufzubauen: Das sind die Zahlenreihen, die „imaginären" Zahlen, die Lehrsätze, daß jedes Ding sich selbst gleich ist und daß, wenn zwei Größen einer dritten gleich sind, sie unter sich gleich sind, und was des Schönen mehr ist. Das sind Dinge, die man glauben muß.

Nun nimm einmal irgend einen Gegenstand (ein Stück Holz, Eisen, Gummi usw.) zur Hand, der aber aus e i n e m Stoffe bestehen muß. Diesen Körper zerschneide mit scharfem Messer, kreuz und quer. Teile ihn so lange, bis du das, was du teilst, nur noch durchs Mikroskop sehen kannst. Und dann teile weiter in der Phantasie, so lange, bis wir beim Punkte (dem mathematischen Punkte) angelangt sind. Diese kleinen Teile nennen wir Moleküle. Jedes Molekül ist dem andern v ö l l i g gleich; aus Molekülen besteht jeder Körper, besteht jedes Gas, bestehst auch du! Der Unterschied aber zwischen den Körpern besteht darin, daß die festen Körper zusammenhalten, die flüssigen Körper nur lose nebeneinanderfließen, die luftförmigen dagegen einander fliehen. Daher kommt es, daß die Gasteilchen stets gleichmäßig einen g a n z e n Raum auszufüllen bestrebt sind, und daß sich nie zwei Teilchen berühren. Bei verschiedenen Gasarten ist dies Bestreben, sich auszudehnen, natürlich verschieden, und man nennt danach die Gase entweder dünn und leicht oder dicht und schwer, und spricht von einer Spannkraft der Gase.

So haben wir uns denn auch die Luft zu denken als eine Vereinigung von solchen Teilchen, die natürlich für das Auge völlig unsichtbar, fürs Mikroskop unendlich klein und dicht beisammen, für unsere Phantasie aber in weiten Zwischenräumen schweben. An diesen Luftteilchen haften nun noch ganz andere, fremdartige Körperchen. Natürlich können wir auf den ersten Blick nicht erkennen, womit wir es zu tun haben. Wir wollen uns aber einmal vorstellen, wir könnten diese Körperchen von den Luftmolekülen trennen und in einen Behälter tun. Wir wollen es tun und zwar solange, bis sie in ihrer Gesamtheit sichtbar sind. Alsdann ist es klares Wasser. Jene Körperchen, die in der Luft unserem Auge, auch fürs Mikroskop unsichtbar sind, sind Wassermoleküle. Diese Wassermoleküle — die du aber beileibe nicht verwechseln darfst mit den sichtbaren Nebeltröpfchen — sind also die Spuren der verloren gegangenen Nebelkörperchen. Sobald diese verschwanden, d. h. sich in ihre Moleküle auflösten, suchten diese sich sofort einen neuen Stützpunkt und fanden ihn an den Luftmolekülen, die sie sogar lebhaft anzogen. Wir nennen dies Anziehen die Adhäsionskraft, d. h. „Anhängekraft", eine Eigenschaft, die du besonders an flüssigen Körpern beobachten kannst (denke z. B. an die Blasen auf einer Flüssigkeit!). Beim Leim nutzt man diese Eigenschaft sogar praktisch aus.

Wie aber kommen die Feuchtigkeitsmoleküle in die Luft? Daß sie zur Luft gehören, aus ihr selbst ent-

standen, das wirst du mir ja gewiß nicht glauben wollen. Ja, was willst du aber sagen, wenn ich dir etwa folgenden Versuch vorzeige? Ich nehme einen Glasbehälter mit ganz „klarer“ Luft. Diesen Glasbehälter will ich abkühlen, indem ich ihn etwa in Eis stelle. Wenn ich nun genügend lange warte, bis sich etwa der Glasbehälter bis auf die Temperatur des Eises abgekühlt hat, so scheidet sich aus der vorhin doch „ganz trockenen“ Luft Wasser aus und schlägt sich an den Glaswandungen nieder. Indes wäre es ein Trugschluß, wenn wir nun glaubten, Wasser entstände aus Luft. Denn jene „vollkommen klare“ Luft enthielt eben doch unsichtbare Feuchtigkeit, als fremden Bestandteil. Sobald wir nun die Abkühlung vornahmen, ward die überschüssige Feuchtigkeit ausgeschieden. Wie das geschieht, werde ich dir noch erzählen.

Wenn also das Wasser nicht aus der Luft entstammen kann, so muß es schon von außen in sie hineingekommen sein. Und woher es kommt, das ist nicht schwer zu erraten: aus dem Erdboden, aus den Seen, Flüssen, Meeren usw. Es müssen auf irgend eine Weise kleine Wassermoleküle die große Wassermasse verlassen, d. h. verdunsten. Nun ist dir bekannt, daß bei jeder Verdunstung Wärme nötig ist. Wärme —; gewiß, auch damit muß ich dich bekannt machen, damit du den Verdunstungsvorgang verstehen kannst. Also unsere Wissenschaft stellt sich die „Wärme“ oder besser den „Wärmezustand“ eines

Körpers vor als ein fortwährendes Schwingen seiner Moleküle (natürlich in kleinem Maßstabe). Je nach der Temperatur schwingen diese Moleküle nun verschieden heftig. Am heftigsten tun dies gasförmige. Wird die Wärme sehr stark, so lösen sich von den Körpern einzelne Moleküle los und fliegen davon: Feste Körper beginnen dann zu rauchen oder zu brennen, flüssige zu verdunsten. Natürlich verdunsten oder verdampfen flüssige Körper leichter als feste, ja, die meisten Flüssigkeiten verdunsten bei gewöhnlicher Tagestemperatur fortwährend. Sobald die Wassermoleküle von der allgemeinen Wasserfläche abgeflogen sind, hängen sie sich, wie gesagt, an die Luftteilchen an — solange natürlich solche frei sind. Wenn nun aber alle verfügbaren Luftteilchen „besetzt" sind, so können die neu hinzukommenden Wasserteilchen keinen Stützpunkt mehr schaffen. Sie schließen sich dann entweder an den Staub an, oder aneinander und sinken gemeinsam zu Boden. Man sagt dann: „Die Luft ist gesättigt."

Etwas Ähnliches kann man beim Dampfkessel beobachten: wie sich die Nebelkörperchen über der Wasserfläche erheben usw. Doch ist hier die Luft bald so gesättigt, daß fast alle Feuchtigkeit sich sofort zu Dampf verdichtet. Man sieht daher auch, wie sich sogleich die sichtbaren Nebeltröpfchen über der Wasserfläche erheben.

In dieser Verdunstung haben wir nun aber die Erklärung gefunden für die Fähigkeit der Wolken, sich

unsichtbar zu machen: Jene Nebelkörperchen sind doch nichts anderes als Wasserflächen, von denen fortwährend Wasserteilchen abfliegen. Bei gesättigter Luft werden diese wieder ersetzt durch neu hinzukommende Körperchen, so daß dann eben die Nebelmasse erhalten bleibt. Bei nicht gesättigter Luft dagegen finden die verdunstenden Wasserteilchen keinen Ersatz, und somit verschwindet die Wolkenmasse. Das ist der Vorgang, wenn des Morgens sich der Nebel teilt, wenn sich die Wolken bei steigendem Barometer auflösen, und etwas Ähnliches geschieht auch, wenn der Regen zu fallen aufhört.

Nun aber kommen wir zu jener Erscheinung, die zu dieser vorigen den geraden Gegensatz bildet, nämlich zur Entstehung der Wolkenteilchen. Diesen Vorgang müssen wir natürlich allen Erscheinungen zugrunde legen, die mit Wolkenbildung zu tun haben. Die Wassermoleküle verlassen die Luftteilchen und schließen sich an Staubteile zu sichtbaren Tropfen zusammen. Was aber veranlaßt sie, so einfach ihren sicheren Stützpunkt aufzugeben, um sich einen neuen zu suchen? Darin eben liegt die Schwierigkeit. Indes auch hier hilft uns die Überlegung. Wir sahen, daß für eine Verdunstung Wärme nötig ist; so wird also für eine Dampfbildung Abkühlung die gegebene Voraussetzung sein. Allerdings: auch dagegen könnte man seine Zweifel hegen. Es bildet sich doch gerade dann Dampf, wenn man eine Flüssigkeit erwärmt! Gewiß, aber da haben wir es ja mit

einer doppelten Erscheinung zu tun: Durch die Erwärmung des Wassers wurden kleine Wasserteilchen veranlaßt aufzufliegen. Sobald sie aber in die kältere Luft stiegen, wurden sie durch deren Kälte wieder verdichtet. Als Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung kannst du auch den Umstand ansehen, daß gerade des Abends, wenn die Luft draußen kalt wird, der Nebel sich bildet. Auch erinnerst du dich gewiß noch unseres Experimentes mit dem Glasbehälter, den ich in Eis setzte, und an dessen Innenwandungen sich Feuchtigkeit ablagerte.

Nun aber heißt es nur noch eine Brücke herzustellen zwischen den beiden Tatsachen, daß die Wassermoleküle gezwungen werden, die Luftteilchen zu verlassen, und daß sie durch Kälte dazu gezwungen werden. Zu diesem Zwecke müssen wir eine Anleihe machen bei der Physik. Und zwar brauchen wir die Tatsache, daß alle Körper sich ausdehnen, sobald sie sich erwärmen, dagegen sich zusammenziehen, sobald sie sich abkühlen. Nun weißt du ferner, daß die Moleküle eines Gases einander abstoßen. Diese gegenseitige Abneigung muß natürlich um so größer sein, je näher einander die Teilchen schweben. Und je energischer sie einander abstoßen, um so weniger dulden sie fremde Körper um oder an sich. Wenn sie also bis zu einem gewissen Abstande zusammengedrängt werden, dann lösen sich auch die Feuchtigkeitsteilchen aus ihrer festen Umklammerung los und werden von der Luft, ihrem Wohnungsgeber „an

die Luft" gesetzt! Nicht wahr, ein schöner Hauswirt, die Luft?!

Sobald nun also die Feuchtigkeitsmoleküle vis à vis de rien in der Luft schweben, suchen sie sich sofort neuen Halt und finden ihn am Staube. Jedes Wasserteilchen hängt sich an das nächste Stäubchen an, so daß jedes entstehende Tröpfchen so groß ist wie das andere.

Aber, was ist denn das!? Sie bleiben ja in der Luft, und soeben erzählte ich dir, sie werden ausgestoßen! Nun, allerdings werden sie ausgeschieden; doch du mußt beachten, daß sie bislang zur Luft gehörten, selbst Luft „waren", während sie jetzt doch ganz fremde Körper für sich bilden, die freilich ruhig die Luft umgeben kann, die darum aber nicht in der Luft enthalten sind.

Wir lernen hier die Abkühlung als die erste Ursache aller Wolkenbildung kennen. Wollen wir also die Gesetze der Wolkenbildung verstehen, so müssen wir wissen, unter welchen Umständen sich die Luft abkühlt. Für die Abkühlung der Körper (hier der Luft) kennen wir „natürlich" wieder verschiedene Möglichkeiten.

Denke dir zwei Körper, die einander berühren. Der eine soll um einige Grade wärmer sein als der andere. Da wird, weil sie einander berühren, Wärme vom wärmeren auf den kälteren überströmen und zwar so lange, bis beide wieder gleich warm sind: der wärmere kühlt sich ab. Dies Verhältnis besteht auch

tatsächlich im großen in der Natur. Die beiden Körper sind nämlich die Erde und der bitterlich kalte Himmelsraum. Wir Erdenbewohner merken ja von dieser Kälte des Weltenraumes wenig, da wir doch an der warmen Erde leben, doch wir brauchen nur ins nördliche Eismeer zu fahren, brauchen nur 2—3000 Meter hoch zu steigen, und wir bekommen einen schwachen Begriff von „Kälte“.

Die Erde gibt in jedem Augenblick an den Himmelsraum eine hohe Wärmemenge ab, die zwar bei Tage im Sommer durch die Sonnenstrahlung wieder ersetzt, ja sogar mit Zinsen zurückgezahlt wird, im Winter dagegen, zumal bei Nacht, eine eisige Kälte zurückläßt. Um so stärker kühlt sich natürlich die Erde ab, je weniger greifbare Gegenstände zwischen ihr und dem Himmelsraum schweben, d. h. je klarer der Himmel ist. Noch viel stärker als es der Fall ist, würde sich die Erde abkühlen, wenn sie keine Atmosphäre hätte, denn die Lufthülle hält noch die strengste Kälte fern. Übrigens haben wir es dieser Abkühlung der Himmelskörper auch zuzuschreiben, daß die Sonne „scheint“, daß wir sie überhaupt sehen. Wäre der Himmelsraum auch nur in der Nähe der Sonne wärmer als diese, so würde sie auch gar nicht veranlaßt, Wärme und Licht auszusenden. Es würde dann vollkommene Finsternis herrschen und eine Kälte von mehr als 300 Grad.

Diese Art der Abkühlung nennt man „Ausstrahlung“. Die ausstrahlende Wärme steigt in unendlich

vielen, feinen Strömchen empor. Dabei kühlt sich zunächst die Erde ab, sodann auch die Luftschicht, die der Erde am nächsten liegt. Diese untersten Luftschichten können sich nämlich niemals unmittelbar abkühlen, sondern nur auf Umwegen, d. h. durch Vermittlung der Erde. Ein eigenartiges Verhältnis, nicht wahr? Übrigens ist es mit der Erwärmung ebenso: erst wenn die Erde sich erwärmt hat, gibt sie von ihrem Wärmevorrat an die Luft ab. Die Sonnenstrahlen selbst dringen ziemlich unangefochten durch die Luft hindurch.

Die Ausstrahlung am Erdboden kann natürlich sehr stark werden, doch wird sie andererseits zu oft gestört, um eine dauernde Kälte zu veranlassen. Nun gibt es aber noch eine andere Ausstrahlung, die da vor sich geht in den höchsten Höhen der Atmosphäre unmittelbar in den freien Himmelsraum hinein (und zwar durch die Berührung der immerhin wärmeren Luft mit dem kalten Raume). Hier haben die Sonnenstrahlen fast gar keine Wirkung mehr, können also auch hier die Ausstrahlung nur ganz unwesentlich beeinträchtigen. In diesen höchsten Luftschichten (bei 4000 Meter Höhe beginnt es schon) herrscht infolgedessen eine sehr strenge Kälte — durch nichts gestört, höchstens daß hier der „Sommer“ um wenige Zehntel-Grade wärmer ist als der „Winter“.

Im Winter in klaren Nächten bestehen beide Ausstrahlungen nebeneinander. Dann liegt unmittelbar über dem Erdboden eine Kälteschicht. Darüber ist die

Luft wieder etwas wärmer, und ganz hoch oben liegt eine zweite Kälteschicht. An regnerischen Tagen und im Sommer ist die untere Kälteschicht nicht vorhanden; die obere besteht dann allerdings weiter. Die gesamte Bewölkung liegt zwischen 1000 bis ca. 5000 Meter Höhe, so daß nur die Erde und die untersten Luftschichten verdeckt sind.

Wir haben da übrigens einen zweiten Unterschied kennen gelernt zwischen festen und gasförmigen Körpern (der erste bezog sich auf die Dichtigkeit ihrer Massen). Dieser letztere Unterschied steht mit dem vorigen in engen Beziehungen, denn je dichter und fester ein Körper gebaut ist, um so mehr Angriffspunkte bietet er den Wärmestrahlen dar. Wo nun gar die Luftteilchen so klein sind, daß man sie nur vermutet, so kann man sich auch vorstellen, daß diese unmittelbare Erwärmung durch die Sonnenstrahlen praktisch gar nicht vorhanden ist. Und so ist denn der Ausdruck „Temperatur in der Sonne resp. im Schatten" ganz verkehrt. Wenn du deine Hand in die „Sonne" hältst, so sind es eben die Sonnenstrahlen, die die Hand so stark erhitzen. Erst im Schatten fühlst du die „wahre" Luftwärme.

Dieser Eigenart der Abkühlung entspricht auch die Wolkenbildung, die durch sie veranlaßt wird. Da sich nämlich die Luft ganz gleichmäßig abkühlt, so scheidet sich auch ganz gleichmäßig die Feuchtigkeit aus der Luft aus und zwar in unmittelbarer Nähe des

Erdbodens. Die entstandene Wolkenmasse nennt man dann „Nebel“, jene „Wolkenform ohne Form“.

Die eigenartigste Nebelbildung ist wohl das „Fuchsbrauen“. Hattest du einmal Gelegenheit, an einem klaren Herbstabend über Wiesen zu gehen, wirst du gesehen haben, wie jene schweren — und doch wieder leichten — Nebelstreifen über dem Boden, besonders in Vertiefungen lagen. Über Pfützen, über Teichen, über Flüssen und Seen hoben sich in kleinen Fetzen die Nebelmassen, um sich alsbald vom Winde in die flache Schichtform ausbreiten zu lassen. Die kalte, schwere Luft der Nacht fließt in den Vertiefungen des Geländes zusammen und mit ihr der Nebel. Wie sich die Kälte in immer höhere Schichten ausbreitet, tut es auch der Nebel, und gar bald hüllt dieser die ganze Gegend ein. Man kann sehr deutlich die obere Grenze des Nebels sehen, beobachten wie sie sich allmählich hebt... Am folgenden Morgen — wenn du früh genug wach bist — siehst du dann regelmäßig noch einige Schichten feinen, schleierartigen Nebels ganz horizontal in Abständen von fünf bis zehn Metern über der Erde schweben.

Wenn am Tage (oder sonst irgendwie) den untersten Luftschichten durch die Sonnenstrahlung zu viel Feuchtigkeit entzogen wurde, so wird die Nebelbildung natürlich etwas anders: Sie beginnt nämlich dann erst in einiger Höhe in einer scharfbegrenzten Wolkenschicht und breitet sich erst dann langsam zum Erdboden aus. Außerdem ist diese Wolkendecke keines-

wegs so gleichmäßig und lückenlos wie etwa die Streifen und Schichten des „Fuchsbrauens“, sondern wird vom Winde in viele Einzelgebilde zerrissen. — Doch das müssen wir uns noch für später vorbehalten.

Vorläufig verweilen wir noch ein wenig beim Fuchsbrauen und dem, was sich hernach daraus entwickelt. Nachdem am Abend der Nebel alles in seinen weiten weißen Mantel eingehüllt hat, beginnen sehr eigenartige Dinge. Zunächst hält die Abkühlung des Erdbodens und der Luft noch weiter an, aber es machen sich in dieser Abkühlung schon Unterschiede bemerkbar. Wenn du einmal draußen gehst in scharfer Winterkälte, so friert dich zuerst an den Ohren und — wenn du sie nicht in den Taschen trägst — auch in den Fingerspitzen. Gerade in die feinen Spitzen und Extremitäten dringt die Kälte der Luft am schnellsten ein, da sie am wenigsten Wärme in sich entwickeln und enthalten können, um der Kälte zu widerstehen. Und so kühlen sich auch in der Nacht draußen diejenigen Gegenstände am stärksten ab, die am wenigsten Masse in sich vereinigen, die Blätter, Grashalme, Zweigenden, ja die Steinchen, die locker an der Erde herumliegen. Diese Gegenstände veranlassen eine besonders starke Abkühlung der ihnen anliegenden Luftteile, und die Feuchtigkeit, die hier ausgeschieden wird, setzt sich nicht an Staubkerne an, sondern an diese festen Gegenstände. Diese Benetzung (besonders der Ränder und der äußersten Spitzen) nennen wir Tau. Das ist nun allerdings eine andere Art „Tau“ als die,

von der ich oben sprach. Sobald die Nebelkörperchen so beschwert werden, daß sie sich nicht mehr in der Schwebe erhalten können, dann sinken sie ganz allgemein aus der Luft heraus. Und nun benetzen sich nicht etwa nur die spitzen Gegenstände, sondern es bildet sich, wie ich sagte, ein ganz gleichmäßiger Überzug von feinem „Wasserstaub". Dieser Fall tritt denn auch tatsächlich schon wenige Stunden, nachdem der Nebel sich allgemein in der ganzen Luftschicht ausbreitete, ein; die gesamte Nebelmasse sinkt alsdann zu Boden. Nun, wo die Nebelmasse aus der Luft fort ist, beginnt wiederum eine verstärkte Ausstrahlung und Abkühlung. Und auch die Nebelbildung fängt wieder an, doch in ganz anderer Weise als vorher, da ja die meiste verfügbare Feuchtigkeit aus der Luft verschwunden ist. In einzelnen Stößen beginnt zunächst die Ausstrahlung, erst schwach, dann stärker. Die Luft schichtet sich schließlich so, daß eine kalte Schicht über einer etwas wärmeren liegt. So scheidet sich denn auch schichtweise von neuem Feuchtigkeit aus der Luft aus, doch es entstehen so feine Tröpfchen, daß man sie nur in ihrer Gesamtheit als feinen Schleier erkennen kann. So etwa sieht die Atmosphäre aus, wenn am folgenden Morgen die Sonne aufgeht: Ganz feine, dünne Schichten grauen Nebels liegen in der Luft — völlig unbeweglich.

Nun macht sich ein frischer Seewind auf, der neue Feuchtigkeit in die Luft bringt. Und zwar erscheint der Wind zuerst in einer gewissen Höhe über dem

Erdboden. Die neu hinzukommende Feuchtigkeit kann in der schon „gesättigten“ Luft keine Aufnahme mehr finden und tritt von vornherein auf in einer nach unten hin begrenzten Wolkenschicht. Diese beginnt in etwa 100 Meter Höhe und breitet sich mit dem feuchten Luftstrom weiter zur Erde hin aus. Und bald ist dann wieder alles in dichte Nebelmassen eingehüllt — nachdem am frühen Morgen die Luft schon ganz klar gewesen. Doch auch dieser Nebel zerstreut sich recht bald infolge der Tageswärme, und nun ist die Luft ganz rein und klar.

Das sind also die Vorgänge, die in mancher schönen Nacht sich abspielen. Die gewöhnlichen Menschen bekommen solche Dinge nie zu sehen, weil sie, der Mode folgend, dann in ihren Betten liegen; nur der Mond und seine Elfen dürfen zuschauen.

Wir kommen nun zu einer zweiten Art der Abkühlung, der fast alle jene Gebilde, die wir als „Wolken“ bezeichnen, ihre Entstehung verdanken. Wir haben es hier mit der Entfernung eines Körpers von einem wärmeren zu einem kälteren hin zu tun. Auf unsere Atmosphäre übertragen, bedeutet dies die Entfernung der Luft von der wärmenden Erde dem Himmelsraume zu. Es bildet sich ein aufsteigender Luftstrom, ein „Aufstrom“ genannt.

Aber davon merken wir doch n i e etwas, daß nämlich die Luft emporströmt! Es müßte doch z. B., wenn ein Gewitter am Himmel erscheint, uns zum mindesten der Strohhut vom Kopf fliegen. Nun, das tut er ja

allerdings auch, nämlich in der „Gewitterbö“. Doch ist das kein aufsteigender Luftstrom. Diese Aufströme sind überaus langsam; es dauert lange, bis die Luft 1000 Meter zurückgelegt hat, ganz anders als unsere Orkane, für die ein Kilometer nichts ist.

Nun aber, wodurch entsteht ein solcher Aufstrom? Das kann auf zwei Arten geschehen. Die eine nennen wir die direkte, die andere die indirekte — ich gebe dir diese Bezeichnungen nur der Unterscheidung wegen. Die direkte ist dem Namen entsprechend die einfachere; sie besteht darin, daß der Erdboden und die unteren Luftschichten durch die Sonnenstrahlen stark erhitzt werden. Die Luft wird dadurch verdünnt. Wodurch aber wird die Luft nun veranlaßt emporzusteigen? Dafür ist die Erklärung ein wenig schwierig. Das Bekannteste, an was man hier denken kann, ist der Luftballon. Ihn treiben dieselben Kräfte in die Höhe, wie in diesem Falle die Luft.

Stelle dir einmal vor: Auf alle Körper, die da an der Erde liegen, in der Luft schweben usw., wirken zwei Kräfte, nämlich die Anziehungskraft der Erde und die Zentrifugalkraft infolge der Erdumdrehung. Diese Zentrifugalkraft würde alles, was lose an der Erde ist, auf Nimmerwiedersehen in die Luft schleudern, Bäume ausreißen usw., wenn eben nicht die Erde alles in ihrer Nähe Befindliche anzöge.

Sobald sich ein Körper schnell im Kreise dreht oder geschwungen wird, fliegt alles, was lose an ihm ist, davon. Stelle dir vor: Indem ich einen Körper

zu schwingen beginne, bekommen alle fremden Körper an ihm ebenfalls einen Ruck in der Richtung, die in der Figur 1 der Pfeil a angibt. Sobald nun der große Körper aus seiner anfänglichen Bahn durch Schwingen abgelenkt wird, so muß ihn der kleine Körper verlassen, weil er nicht mitgezogen wird, und muß schnell seiner eigenen, geradeaus gerichteten Bahn

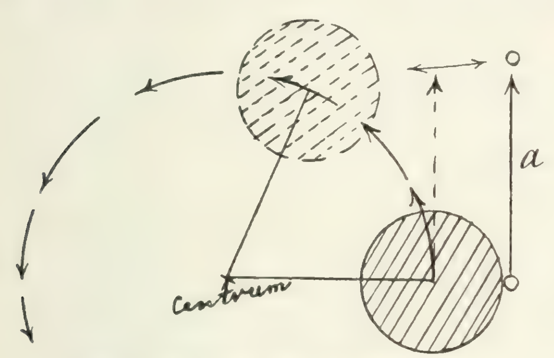


Fig. 1. Darstellung der Zentrifugalkraft.

folgen: Er flieht also den großen Körper und also auch das Zentrum, um welches dieser geschwungen wird; daher die „Zentrifugalkraft", d. h. Zentrumfliehkraft. Der große Körper wird allerdings auch vom Zentrum fortgezogen: Auch er möchte gern jener Bahn folgen, die ihm ursprünglich angewiesen ward, doch er muß ja, weil er am Zentrum befestigt ist, allen Bewegungen des Haltetaues folgen; nur das Tau bleibt stramm. Ähnlich ist es auch, wenn ein (runder) Körper sich um seinen eigenen Mittelpunkt

dreht. Da müssen wir uns die Oberfläche dieses Körpers als eine zusammenhängende Reihe von Körpern denken, die da gemeinsam schwingen usw.

Diese Zentrifugalkraft versucht also, alle Körper, die „zwischen Himmel und Erde schweben“, von der Erde fortzulocken. Dagegen zieht die Erdkraft die Körper an. Nun fragt es sich nur, welcher von beiden jeder einzelne Körper folgt. Und zwar kommt es da nur auf die Dichte der Körper an, auf ihr Gewicht. Schwere Körper folgen der Anziehungskraft der Erde, leichte dagegen mehr der Zentrifugalkraft, denn an ihnen hat die Erde nicht Moleküle genug, um sie anzuziehen.

Damit haben wir aber auch die Erklärung gefunden für die aufsteigenden Luftströme: Je leichter die Luft an einer bestimmten Stelle ist, um so mehr Neigung hat sie, hier der Zentrifugalkraft zu folgen. Allerdings: wenn sich auch hier und da die Atmosphäre erwärmt, so steigt sie doch nie in ihrer Gesamtheit empor, sondern es bildet sich eben an einer anderen Stelle eine „Verdichtung“ der Luft, und dort sinkt dann die Luft und strömt weiter zum Orte der Erwärmung. Körper, die sich stark erwärmen, kühlen sich auch stark ab. Daher sind sie bei der Erwärmung auch stets wärmer als andere, bei der Abkühlung dagegen kälter als ihre Umgebung, und daraus ergeben sich dann diese Unterschiede der Temperatur.

Aus diesen Unterschieden ergibt sich auch die

andere Art der Aufströme, die ich die „indirekten“ nannte. Sie bestehen nämlich darin, daß um ein bestimmtes Gebiet herum die Luft sich verdichtet, während im Gebiete selbst diese Verdichtung auf irgend eine Weise verhindert wurde. Solche „Gebiete“ sind im Winter die Meere. Das Land kühlt sich stets stärker ab als das Meer, und hier über dem Meere ist die Feuchtigkeit zu groß, um die Wärmestrahlen hindurchzulassen. Da also über den Meeren im Winter die Luft leichter ist als über dem Lande, so steigt sie empor, von den Seiten aus ihrer Lage verdrängt.

Diese Aufströme sind nun ganz anders geartet als die direkten. Da sie nämlich nur durch eine Verhinderung eines Kraftverlustes (d. h. eines Wärmeverlustes) zustande kommen, so gehen sie auch viel langsamer vor sich als jene. Welchen Einfluß das auf die Gestaltung der Wolken hat, werden wir noch sehen.

Alle Aufströme haben nun ein ziemliches Hindernis zu überwinden. Wir wissen, daß die Luft, je höher man steigt, um so leichter wird. Unten liegt die schwere Luft. Wenn nun der Erdboden und die unterste Luftschicht sich erwärmt, so verändert sich damit auch die Schichtung der Atmosphäre. Nunmehr liegt am Erdboden eine Schicht dünner, leichter Luft, darüber wieder etwas schwerere und erst darüber beginnt wieder langsam die Verdünnung der Luftmassen bis in den Himmelsraum hinein. Die unterste — stark verdünnte —

Luft möchte nun gern, der Zentrifugalkraft folgend, emporsteigen, doch die schwere Luft drückt so stark von oben her auf sie, daß sie nicht empor kann. Um diesen Widerstand nun zu überwinden, müssen sich die unteren Luftschichten schon sehr bedeutend erwärmen. Die Temperatur muß auf je 100 Meter durchschnittlich um zirka 3,5 Grad Celsius sinken (für gewöhnlich sind es nämlich nur 1—1½ Grad Celsius!); erst dann kann die obere, schwere Luft sie nicht mehr zurückhalten. Sie bricht alsdann zuerst an einzelnen Stellen durch (denn überall erwärmt sich die Erde nicht gleich stark), und nach und nach breiten sich die Aufströme weiter aus — bei Gewitter im Sommer über das ganze Gelände, sonst aber bleiben noch immer einige Lücken frei.

Die Aufströme steigen so weit empor, bis die ruhende Luft um sie herum genau so schwer resp. leicht ist wie sie. Dann hört der „Auftrieb" auf, denn die Luft steigt nur solange, wie sie leichter ist als ihre Umgebung. Dann breitet sie sich weiter seitlich aus, weil von unten immer neue Luftmassen nachdrängen. Über jenen Gebieten, wo die Luft im Absteigen begriffen ist, folgt sie wieder dieser Bewegung.

Sobald die Luft sich genügend von der Erde entfernt hat, sich dementsprechend genügend abgekühlt hat, so beginnt die Wolkenbildung. Die Grenze ist ganz deutlich und scharf gekennzeichnet und liegt über weiten Gebieten in derselben Höhe über dem Erdboden.

Es scheidet sich — solange die Luft emporsteigt — alle überflüssige Feuchtigkeit aus, bis wieder das „Gleichgewicht" hergestellt ist. Sowie alle verfügbare Feuchtigkeit ausgeschieden oder auch der Aufstrom seine obere Grenze erreicht hat, setzt auch die Wolkenmasse aus. Erst dann, wenn etwa hoch oben darüber ein horizontaler Luftstrom Feuchtigkeit in die ruhenden Luftmassen einführt, kommt auch dort Wolkenbildung zustande. Diese Wolkenmassen werden dann unter verschiedensten Einflüssen geformt, gemodelt usw., wie wir noch sehen werden.

Nun gibt es zu guterletzt noch eine dritte Art der Abkühlung, die allerdings in ihrer Ursache mit der zweiten zusammenfällt. Sie besteht nämlich in der horizontalen Bewegung der Luft von einer warmen Gegend in eine kalte, etwa im Winter vom Meere aufs kalte Land usw. Hier ist die Bildung der Wolken ähnlich, allerdings kommen dabei andere Gestalten heraus.

Durch diese Arten der Abkühlung erklärt sich jede Wolkenbildung an sich, sei es nun „Nebel" oder „Wolke", sei es Haufen- oder Fetzenwolke, ja der feine Faserschleier der höchsten Luftschichten. Auch der „Niederschlag" findet dadurch seine Erklärung: Beim Tau haben sich schon zwei bis drei Nebeltröpfchen zusammengetan und sinken dann gemeinschaftlich zu Boden (oder auch die einzelnen Tröpfchen wachsen selbst zu der erforderlichen Größe an). Beim Regen tun sich unendlich viele Tröpfchen zusammen zu

großen Regentropfen. Ein einzelnes Wolkentröpfchen senkt sich und trifft auf seinem Wege auf Kameraden, die sich ihm anschließen usw. Je nach der Dichtigkeit der Wolkenmasse werden dann die Tropfen groß oder klein. Die einzelnen Tröpfchen beginnen natürlich erst dann zu sinken, wenn die Luft „übersättigt" ist, und die Wolkenteilchen zu stark beschwert sind.

Wir Menschen haben dabei dann keine weitere, tiefere Empfindung, als daß es „regnet", denken gar nicht daran, mit was für Schwierigkeiten Luft und Feuchtigkeit zu kämpfen hatten, um uns die „Wohltat" zuteil werden zu lassen, im Gegenteil, sind meist sogar erbost. Der Landmann, der „Meteorologe" stellt seinen Regenmesser auf und wartet, bis es aufhört zu regnen, und — nun dann hat es eben geregnet — so und so viele Millimeter hoch!

3. Kapitel.

„Wie die Wolken drinnen aussehen."

Dies Kapitel dürfte nun allerdings nach den bisherigen Darlegungen dem werten Leser als überflüssig erscheinen. Das, was es enthalten muß, haben wir doch schon des längeren und breiteren zu hören bekommen. Nun, wir haben ja allerdings den Stoff kennen gelernt, der die Wolken zusammensetzt, und seine Entstehung. Aber wie nun eigentlich die ganze Wolke sich aufbaut, wie die einzelnen Wolkenteilchen lagern, wie die ganze Wolkenmasse von fern

in ihrer Gesamtheit aussieht, darüber haben wir allerdings noch nichts erfahren.

Übrigens paßt der Ausdruck „Wolkenmasse" eigentlich schlecht; handelt es sich doch um keine „Masse" in dem Sinne, in dem wir sie gewöhnlich verstehen. Und doch bilden die Wolkenteilchen wieder ein Ganzes, sie folgen einer Bewegung, haben alle ein Schicksal —: sie sind ihrem Wesen und ihrer Gestalt nach einander alle gleich. Und da wir für ein solches Etwas, was doch in der Natur ganz einzigartig dasteht, keinen besonderen Namen haben — der Grieche zu Homers Zeiten sagte dafür „ἡ ὁμίχλη" — so müssen wir schon den Begriff „Wolkenmasse" beibehalten, dabei aber nicht vergessen, daß wir es mit der zartesten und empfindlichsten aller Arten von „Masse" zu tun haben.

Wie also diese „Masse" in ihrem Inneren aufgebaut ist, und welche Verschiedenheiten hierbei vorkommen, und wie sich diese Verschiedenheiten erklären lassen, das soll uns nunmehr beschäftigen.

Ich persönlich kenne drei Arten von „Wolkenmasse". Am einfachsten für die Erklärung und am schlichtesten ist die des gewöhnlichen Nebels. Da lagert jedes Tröpfchen genau gleich weit vom Nachbarn entfernt; die Luft kühlt sich so gleichmäßig ab, daß eine Verschiedenheit in der Dichte des Nebels jedenfalls recht schwer zu verstehen wäre. Ein jedes Tröpfchen schwebt genau in der Mitte des Raumes, dessen Feuchtigkeit es enthält. Nur wenn ein Wind-

hauch durch die Luft weht, fegt vor diesem Luftstoß her eine etwas dichtere Nebelmasse; hinterher kommt dann wieder eine etwas dünnere, doch bald ist wieder der „eintönige", gleichmäßige Nebel da.

Diese ganz gleichmäßige Wolkenmasse kann man eigentlich nur bei vollkommener Windstille beobachten. Es bestehen daraus größtenteils auch jene Wolken, die wir unter dem Namen „Haufenwolken" („cumulus") werden kennen lernen. Sonst aber ist wohl kaum eine Wolkenform aufgebaut aus dieser schlichten Masse, denn unsere Atmosphäre ist eigentlich nie ganz unbeweglich. Es sind immer Kräfte tätig, die da Bewegung in die Luft bringen und der darin enthaltenen oder neu entstehenden Nebelmasse bestimmte Formen verleihen.

Als eine der häufigsten Arten von Wolkenmasse lernen wir nunmehr die „Fetzenmasse" kennen. Ja, weißt du auch, was „Fetzen" sind? Hier bei unserer Wolkenbildung kommt es ja darauf an, daß wir für alle Erscheinungen, für die kleinsten Wolkenteile möglichst genaue Bezeichnungen finden. Bei dem Worte „Fetzen" denken wir gewöhnlich an etwas ganz Ungestaltetes, Zerrissenes, das Urbild der Unordnung. Diesen Eindruck der Unordnung haben wir nun allerdings bei den meisten Wolken nicht; es mag höchstens sein, wenn wir den Dampf einer Lokomotive im Sturme wild und wirr über die Felder dahinjagen sehen: es scheint uns, als wollten sie die Aufregung der Atmosphäre verkörpern — und

doch — schon nach wenigen Augenblicken hat sie die Luft verschlungen.

Wir wollen aber einmal sehen, ob wir nicht doch etwa eine ganz versteckte Ordnung im Aufbau solcher Fetzen entdecken können. Überall, wo wir eine Form, eine Gestaltung beobachten, da ist auch eine Kraft tätig, die den Körpern diese Gestalt verleiht.

Gehen wir einmal ins Freie und betrachten den Himmel. Eine recht buntscheckige, an manchen Stellen blaugraue, an andern wieder gelblichgraue Wolkenschicht bedeckt ihn fast ganz. Nur am alleräußersten östlichen Horizont sehen wir noch einen schwachen, hellen Streifen unter dem schnurgeraden Wolkenrande. Von dort her leuchten die ersten Strahlen der aufgehenden Sonne hervor. Sehen wir genau zu: in halber Horizonthöhe bewegt sich ein kleines, dunkles Fetzenwölkchen daher. An diesem Wölkchen fallen uns außerordentlich viele kleinere und größere leere Räume auf, die das ganze Wolkengefüge durchziehen. Die ganze Wolke besteht eigentlich aus lauter kleinen Fetzenschwänzen. Einen eigentlichen „Rumpf" können wir nicht feststellen. An den einzelnen Fetzen können wir keine noch so schwache Wölbung nach außen sehen, die uns irgend eine „Mächtigkeit" im Innern des Wölkchens verraten könnte. Im Gegenteil:



Fig. 2. Fetzenwolke.

Wölbungen, Buchten und Risse nach innen sind sogar in reichlichem Maße vorhanden. Doch untereinander stehen diese Schwänze und Fetzenteilchen in Verbindung. Hast du vielleicht einmal eine Meeresalge im Wasser gesehen oder eine Abbildung vom „Fetzenfisch", oder hast du einmal beobachtet, wie sich ein Stückchen Butter verhält, das auf deinen Morgentee fällt? Wenn du umrührst, so zerschmilzt die Butter zu einer feinen, dünnen Fettschicht, und diese Fettschicht vibriert in den wunderlichsten Fetzen über der Fläche und schließt sich zu kleinen Kreisen zusammen.

An alles dies könnte man denken, wenn man ein solches Fetzenwölkchen sieht. Einen ähnlichen Aufbau können wir an vielen andern Wolkenarten beobachten. Die nebenstehende Abbildung und besonders der Himmel bestätigt dies in reichem Maße. Bei manchen Wolkenarten sind die Fetzen feiner und zierlicher, bei andern wieder gröber, je nach der Entfernung der Wolken oder der Ursache ihrer Entstehung.

Wie aber entsteht die Fetzenmasse? Daß sie allein durch eine so bestimmte Ausscheidung der Feuchtigkeit aus der Luft zustande kommt, wird mir ganz gewiß niemand glauben wollen. Ich könnte es auch durchaus nicht erklären, weshalb denn gerade mitten in der entstehenden Wolkenmasse plötzlich an dieser oder jener Stelle die Ausscheidung der Feuchtigkeit unterbleiben sollte. Wir müssen es hier mit einer Ursache zu tun haben, die von außen her auf die schon vorhandene Wolkenmasse einwirkt. Und da müssen wir

den Wind für unsere Erklärung benutzen. Es ist wohl klar, daß eine heftige Luftbewegung die Nebelmasse gewaltsam auseinander reißt und zerfetzt. Wenn sich reine Luft, d. h. solche, in der noch keine Feuchtigkeit ausgeschieden wurde, unter Wolkenluft mischt, so entstehen in dieser viele Lücken und Zwischenräume. Die Größe der Lücken und Zwischenräume richtet sich nach der Stärke des Windes. Bei einem Regensturme ist die ganze Wolkenmasse in der heftigsten Bewegung und zerfällt in ihrem ganzen Aufbau in einzelne Fetzen.

Trotz dieser Zerrissenheit hängt diese Wolkenmasse doch noch immer in einzelnen Fäden oder Fäserchen zusammen. Die Luftströme vermögen, wenn sie infolge ihrer Trockenheit die Wolkenmasse nicht überhaupt auflösen, nie oder nur ganz selten die Wolkenmasse ganz auseinander zu reißen, sondern es finden sich doch noch gewisse Kanäle usw., in denen die Luft noch verhältnismäßig ruhig ist. Hier erhält sich dann die Wolkenmasse nach wie vor.

Nun gibt es aber noch eine zweite Ursache, die zur Fetzenbildung in den Wolkenmassen führt. Sie besteht in deren einfachen Auflösung. Das ist nun allerdings nicht so leicht zu verstehen, denn wenn sich eine Wolkenmasse auflöst, warum sollte denn gerade an dieser oder jener Stelle die Auflösung bevorzugt werden? Ich denke aber, wir können uns die Erscheinung in der Weise erklären: Wir haben vor uns eine Wolke, die langsam von der

Luft aufgesogen wird. Da wird die ganze Wolke nicht plötzlich und spurlos verschwinden, sondern es werden zunächst die kleinsten Wasserteilchen zergehen, jene, die am besten dazu geeignet sind. Dadurch wird zunächst die gesamte Wolke stark gelichtet, und zwar erscheinen jetzt noch keine Lücken. Doch bald zieht sich die also gelockerte Wolkenmasse zusammen, und nun bilden sich allerdings Hohlräume. Die noch sichtbare Wolkenmasse bildet jetzt nach innen gewölbte, zerrissene Gestalten. Die Hohlräume vermehren und erweitern sich bedeutend, bis endlich auch die Fetzen zergehen. Sahst du einmal eine dünne Fettschicht über einer Flüssigkeit kursieren, so wirst du beobachtet haben, wie diese Schicht plötzlich kleine, runde Löcher bekam, die sich schnell vermehrten und vergrößerten. Endlich zerriß vollends die Fettschicht und zog sich in kleine runde Plättchen mit etwas gewölbter Oberfläche zusammen.

Wir beobachten hier eine Kraft, die in der Physik den Namen „Kohäsion" trägt, d. h. „Zusammenhängekraft". Am besten ausgeprägt ist diese Eigenschaft bei den festen Körpern, am wenigsten bei den gasförmigen, deren Moleküle sich sogar gegenseitig abstoßen. Vermöge dieser Kraft halten sich alle festen und flüssigen Körper zusammen; ihr verdanken auch wir es, wenn wir nicht schon bei Lebzeiten einfach auseinander fallen. Diese Kohäsionskraft ist es, die uns für unsere Erscheinung die Erklärung liefern muß.

Nun stelle dir einmal einen Körper vor etwa in der Gestalt, wie die nebenstehende Figur zeigt. Der Körper muß aus einer sehr leicht zusammenpreßbaren Substanz bestehen. Nun denke dir, im Zentrum dieses Körpers sei eine Kraft tätig, die die ganze Masse in sich zusammen ziehen möchte. Da werden am meisten nach innen gezogen die Flächen und am wenigsten die Ecken und Kanten, so daß recht bald der Körper eine nach innen gewölbte Oberfläche erhält. Das kommt daher, weil die Moleküle an den Ecken und Kanten eine viel größere Masse vor sich haben als an den Seiten. Wenn du ein Radiergummi zusammendrückst, so wird es dir leichter gelingen, die Flächen als die Kanten usw. zusammen zu pressen.

Fig. 3.

Ähnlich ist es auch, wenn sich eine in Auflösung begriffene Wolkenmasse zusammenzieht. Die Wolke ist der zarteste und am allerleichtesten zusammenpreßbare „Körper“.

Wenn einmal ein trockener Luftstrom in eine Wolkenmasse hineinweht, so treten bald beide Arten der Fetzenbildung in Kraft. Es bilden sich kurz überall da Fetzenwolken, wo Wolkenluft mit Nichtwolkenluft sich vermischt oder wo jene in diese übergeht. Wenn umgekehrt Nichtwolkenluft in Wolkenluft übergeht, so brauchen dagegen nicht immer Fetzen zu entstehen, sondern es geschieht dies nur bei scharfen, horizontalen Luftströmen.

Wir kommen jetzt zu einer Art Wolkenmasse, die nur einer einzigen Wolkenart angehört. An ganz heiteren Sommertagen sieht man sehr häufig den Himmel belebt durch eine große Anzahl feiner Wolkenfasern und -büschel. Von einer eigentlichen „Wolkenmasse“ kann man hier allerdings kaum sprechen, sogar noch weniger als bei den Fetzenwolken, obwohl sie in manchen Teilen den ganz lockeren Fetzenwolken nicht gerade unähnlich sind. Diese beiden Wolkenarten sind einander bisweilen sogar so ähnlich, daß es nur dem geübten Auge eines „Meteorologen“ möglich wird, sie zu unterscheiden.

Wir wollen einmal eine Einzelheit ins Auge fassen. Fast senkrecht über uns, im Zenit, siehst du eine Anzahl parallel verlaufender Fasern, die sämtlich in ihrer Mitte geschweift sind, und die sich in ihren Enden vielfach ineinander schlingen. Verfolgst du die Fasern in ihrem ganzen Verlauf, so wirst du beobachten, daß jede einzelne Faser von Anfang bis zu Ende aus einem Strang besteht und überall gleich dick ist. Hier haben wir schon den Hauptunterschied gegenüber den Fetzenwolken. Deren Fetzen bestehen zwar auch vielfach aus feinen Fäserchen, doch sind diese äußerst kurz und dünn und kraus, hier dick, dort wieder kaum sichtbar. Dem gegenüber bilden die Faserwolken, wie gesagt, lange, ganz gleichmäßige Fasern, die sich allerdings bisweilen recht innig verschlingen. — Ein weiterer Unterschied liegt in der verschiedenen Höhe, in der die Fetzen- resp. Feder-

wolken schweben. Diese letzteren sind nämlich die höchsten Wolken, soweit sie wenigstens unserem Auge zugänglich sind. Die Fetzenwolken schweben dagegen sehr viel niedriger. Doch auch dazu gehört Übung, um zu unterscheiden.

Diese „Faserwolkenmasse" entsteht in ganz eigenartiger Weise. Bevor wir jedoch darauf eingehen, will ich zunächst — ihre innere Beschaffenheit ein wenig ins Auge fassen. Diese Frage wird meinen werten Leser gewiß nicht wenig verblüffen: Wie oft sollen wir denn eigentlich von diesen Wolkenteilchen hören?! Nun, es handelt sich hier allerdings um eine kleine — freilich beabsichtigte — Nachlässigkeit von meiner Seite. Es stehen nämlich Aufbau und Inhalt dieser Wolken in so engen Beziehungen zu einander, daß ich es allerdings für gut hielt, erst jetzt dich bekannt zu machen mit der Art von Wolkenteilchen, aus denen sich die Federwolken zusammensetzen. Das sind nämlich nachgewiesenermaßen kleine Eisnadeln und ganz kleine Schneekügelchen. Man hat das geschlossen aus gewissen Lichtbrechungsvorgängen, auf die ich hier selbstverständlich nicht näher eingehen kann.

Das ist allerdings auch die einzige Möglichkeit, um über diese Beschaffenheit der Faserwolken Auskunft zu erhalten, denn sie schweben so hoch über der Erde, daß man sie selbst auf hohen Bergen fast so hoch sieht, wie drunten in der Ebene. Aber wo beginnt denn die Region der Eiswolken? Man sollte

doch annehmen, daß im Winter, wo hier unten auf der Erde schon 5 Grad und mehr Frost herrschen, auch bei uns Eiswolken möglich sind, besonders da es doch bei solchen Temperaturen schneit. Ja, das ist nun einfach nicht der Fall! Die Schneeflocken bilden sich auch erst auf ihrem Abwärtswege in der Wolkenmasse. Ein Wolkenteilchen erstarrt (neben vielen andern) und sinkt; die übrigen Wolkenteilchen kristallisieren sich dann auf seinem Wege an das ursprüngliche Eisteilchen an. Die gesamte Wolkenmasse aber besteht aus ganz biederen Wasserteilchen. Um sie gefrieren zu lassen, ist schon eine recht anständige Kälte nötig, und die kommt eben nur in großen Höhen der Atmosphäre vor (von 8000 Meter an aufwärts).

Wenn Wasser frei in der Luft schwebt, so gefriert es zunächst nicht, auch wenn ein Frost von — 5 Grad herrscht. Sobald aber die Tropfen an irgend einen festen Gegenstand schlagen, erstarren sie augenblicklich. Man nennt diese Erscheinung die „Unterkaltung" des Wassers. Da nun in der Luft kein fester Gegenstand ist (denn der Staub ist lange nicht massiv genug), so bleiben sie bis zu einem gewissen Kältegrade Wasser; dann allerdings erstarren sie. Man kann sich die Erscheinung auch selbst durch Experiment darstellen: Stellst du bei strenger Kälte ein Glas Wasser ins Freie und wartest so lange, bis sich das Wasser einigermaßen abgekühlt hat, klopfst dann an das Glas, so wirst du — wenn du Glück hast — urplötzlich eine dünne Eisdecke auf dem Wasser erblicken.

Erklären läßt sich die Erscheinung wohl dadurch, daß das „Eis“ eine ganz andere Struktur hat als das Wasser. Um also Wasser in Eis zu verwandeln, ist ein gewisser Schock nötig. Dies aber ist nur entweder durch Anprallen oder durch strenge Kälte zu erreichen.

Wenn wir nun einmal die Fasern einer soliden Faserwolke betrachten, wie sie sich oft wild und wirr ineinander verschlingen und doch gleichsam aus einem Stück bestehen, so werden wir gewissermaßen gezwungen zu dem Schlusse, daß die Eisteilchen einer Faser sich gegenseitig anziehen, oder von außen her durch eine Kraft zusammengehalten werden. Und eine solche Kraft lernen wir auch tatsächlich kennen in der Elektrizität.

Mit der Elektrizität hat es nun eine ganz sonderbare Bewandtnis. Den wahren Charakter der Elektrizität werden wir wohl kaum je ergründen — man müßte denn schon eine Ewigkeit überbrücken. Doch es hilft nichts: wir müssen eben auch der Elektrizität gegenüber Stellung nehmen, um unsere Wolkenerscheinungen erklären zu können.

Zunächst müssen wir die Elektrizität als eine ganz ähnliche Eigenschaft ansehen, wie die Wärme: Auch sie ist eine Art Schwingung der Moleküle. Man kann demnach auch von einem „elektrischen Zustande“ sprechen. Nun wissen wir, daß es zwei verschiedene Elektrizitäten gibt, eine „positive“ und eine „negative“. Diese Elektrizitäten sind einander durchaus entgegengesetzt, und doch ziehen sie einander

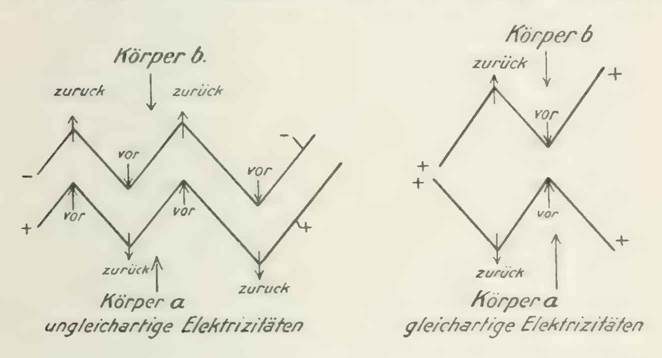
gewaltsam an. Und andererseits — das ist das Allerunglaublichste — Körper, die mit derselben Elektrizität geladen sind, stoßen sich energisch ab! Sobald sich nun ein elektrischer Körper einem unelektrischen nähert, so lösen sich in diesem beide entgegengesetzten Arten der Elektrizität aus, indem die dem elektrischen Körper entgegengesetzte Elektrizität angezogen, die andere dagegen möglichst weit abgestoßen wird. Diese Anziehung ungleichartiger und die Abstoßung gleichartiger Elektrizitäten kann man sich vielleicht so vorstellen, daß die entgegengesetzten Elektrizitäten in ihren Schwingungen so gut zu einander passen, sich so gut ergänzen, daß sie sich förmlich ineinander hineinfügen (vgl. die Figur). Gleichartige Elektrizitäten passen dagegen nicht zusammen.

Nähern sich zwei ungleichartig geladene elektrische Körper bis auf einen kurzen Abstand, so setzen sich die Schwingungen auf die dazwischenliegende Luft fort und vereinigen sich. Die Luft kommt dadurch urplötzlich zu heftigem Glühen, als ob zwischen den Körpern ein „Funke" überspränge — und ein „Blitz" ist aufgezuckt!

In einem jeden Körper sind beide Arten der Elektrizität enthalten, und zwar sind sie in „unelektrischen" Körpern beide innig miteinander verbunden; ihre Schwingungen fügen sich völlig ineinander, so daß man sie von außen nicht merkt. Sobald aber eine bestimmte Art von Elektrizität auf einen unelek-

trischen Körper einwirkt, so müssen sich die Elektrizitäten in diesem trennen und machen sich nun auch äußerlich bemerkbar.*)

Wie nun jeder Körper elektrisch geladen ist, so ist es natürlich auch die Atmosphäre. Und zwar finden wir von vornherein die beiden Elektrizitäten getrennt von einander. Die negative liegt im Erdboden — in den äußersten Schichten — und die positive findet



man am stärksten ausgeprägt in den Höhen der Atmosphäre. Jener Körper, der sie auseinander hält, ist die Sonne, an deren Oberfläche negative elektrische Ladung enthalten ist.

Nun gibt es aber noch eine andere Art für die Entstehung von Elektrizität. Und zwar kommt diese Art durch die **Reibung** zweier **unelektrischer**

---

*) Denn sobald eine Elektrizität isoliert ist, kann sie für sich nicht bestehen und zieht sofort anderweitig Elektrizität an, und daran erkennt man dann ihr Vorhandensein.

Körper zustande. Durch diese Reibung werden die Moleküle der Körper in Schwingungen versetzt, und zwar gestalten sich die Schwingungen in den beiden Körpern so, daß sie genau ineinander passen; sie werden also entgegengesetzt elektrisch.

Nun haben wir schon gesehen, daß alle Wolkenbildung mit der Zusammenpressung der Luft durch Kälte beginnt. Die Wasserteilchen der Luft erheben sich samt und sonders vom Erdboden und enthalten infolgedessen die Elektrizität des Bodens, d. h. negative. Wenn sie nun in den Höhen der Atmosphäre ausgeschieden werden, so reiben sie dabei die Luftteilchen. Dadurch wird ihre elektrische Ladung noch wesentlich verschärft. Je höher nun die Luftschicht liegt, in der die Feuchtigkeit sich zu Wolken verdichtet, um so schärfer wird der Gegensatz zwischen Wolken- und Luftelektrizität. Von einer bestimmten Luftschicht an ist dieser Gegensatz so scharf, daß sich die Elektrizitäten und somit die Wolkenmassen in einzelne Wolkenstreifenfasern zusammenschließen. Diese Zusammenziehung der Wolkenmasse geschieht etwa in folgender Weise: Wenn ein Körper elektrisch ist, so heißt dies nichts anderes, als daß die Zahl der mit dieser bestimmten Elektrizität geladenen Teile größer ist, als die Zahl der „entgegengesetzt" geladenen. Bei Gasen geschieht die Elektrisierung dadurch, daß die mit einer gewissen Elektrizität geladenen Teilchen sich größtenteils entfernen, so daß die entgegengesetzt geladenen bedeutend in der Überzahl zurückbleiben. Bei

zusammengesetzten Gasen, d. h. solchen, deren Moleküle aus verschiedenen Teilstoffen zusammengesetzt sind, entsteht die elektrische Ladung folgendermaßen: Bringt man einen elektrischen Körper in dieses Gas, so spalten sich die Moleküle in die verschiedenen Teilstoffe, die sogenannten Atome, die in der Gemeinschaft in den Molekülen unelektrisch erschienen, deren jeder nach ihrer Trennung aber die für ihn charakteristische Elektrizität aufweist. Der genannte elektrische Körper zieht die seiner Elektrizität entgegengesetzt geladenen Atome (speziell „Jonen“ genannt — von ἰόντες, d. h. die gehenden, die durch den Luftraum wandern) an. Dadurch aber wird seine Elektrizität wieder aufgehoben, und nun befindet sich dieser unelektrische Körper in einer elektrischen oder ionisierten Luft, die — wohl gemerkt — beide Arten von Jonen, sowie positive, als auch negative, enthält, aber die einen, und zwar die dem früher elektrischen Körper gleichartig geladenen bedeutend in der Überzahl. Die Luft ist also positiv ionisiert. Diese Jonen haben nun die Eigenart, die Feuchtigkeitsteilchen der Luft anzuziehen und bieten gegebenenfalls auch für Staubkerne Ersatz, falls solche nicht vorhanden sind und die Luft vierfach übersättigt ist. Zuerst setzen sich die Nebeltröpfchen an negative Jonen an, die sich besonders (natürlich nur n e b e n den positiven Jonen!) in den unteren Luftschichten aufhalten. Erst in den höheren Schichten — von 5000 Meter Höhe an —, wenn keine negativen Jonen mehr vorhanden sind,

schließen die Feuchtigkeitsteilchen auch an positive Jonen an, wodurch sie ihre negative Elektrizität verlieren und positive Ladung empfangen. Somit schweben negative und positive Wolkenkörperchen nebeneinander, die sich gegenseitig anziehen. Sobald daher ein Windhauch weht, bildet sich eine, bilden sich unzählige Bänder von Wolkenteilchen, deren jedes das andere hinter sich herzieht. Daher das Fasergewölbe der Federwolken. Ihre weitere Gestaltung und Ausbildung erfahren diese durch die Luftströmungen.

4. Kapitel.

Über die Gestalt der Wolken.

Wir kommen jetzt zu einem Kapitel in der Wolkenkunde, welches wohl mehr als jedes andere von der Wissenschaft gepflegt worden ist. Die Terminologien der einzelnen Wolkenformen sind denn auch bis zu einer Exaktheit gediehen, daß eine Verbesserung jedenfalls recht schwer fallen möchte. Und doch: Wenn man auch zweihundert Wolkenformen kennen würde (zirka fünfundsechzig bis siebzig sind es ohnehin schon), so würde man sich doch noch nicht einbilden dürfen, alles zu kennen. Die einzige Möglichkeit, dem Gegenstand näher zu kommen, wäre eine Feststellung derjenigen Elemente, welche die äußere Gestaltung der Wolken beeinflussen.

Willst du die Entstehungsweise der Wolkenformen verstehen, so mußt du zunächst einmal die

Phantasie in Fesseln legen. Du darfst nicht in dieser Wolke die Gestalt eines Kamels sehen und in jener die eines Fisches usw., sondern du mußt ganz nüchtern ihre Oberfläche zerlegen in Unterseite, Oberseite und Randflächen. Von diesen Faktoren hat nämlich jeder seine eigene Entwicklungsgeschichte und die müssen wir natürlich verstehen lernen.

Übrigens müssen wir auch einen Unterschied machen zwischen der Einzelwolke und der größeren Wolkenmasse, der Wolkenbank und dem ganzen Wolkenpanorama. Also nicht allein die allgemeine Randbildung einer gesamten Wolkenschicht, sondern auch die Lücken in dieser und überhaupt die Abstufungen in der Schattierung, ihre Lagerung und Bewegung verdient unser Interesse. Und diese Fragen sind allerdings von der Wissenschaft eben noch nicht durchweg beantwortet oder beachtet worden. Wir wollen aber doch einmal sehen, wie weit wir da mit unsern Erklärungen kommen.

Nehmen wir also zunächst die Randbildungen in Angriff. Die richten sich in vieler Beziehung nach der Art der Wolkenmasse an sich. Du wirst zugeben, daß eine Fetzenwolke anders absetzen muß als eine schlichte Wolkenmasse usw. Aber es gibt daneben noch viele andere Dinge, die die Wolkenformen zuschneiden, und zwar besonders sind es die Luftströmungen der Atmosphäre.

Ich bitte dich jetzt, mein werter Leser, mit mir eine kleine Reise an das Meer zu unternehmen. Das

Meer, der Ozean, der Binnensee, das sind ja jene Quellen, die die Atmosphäre mit Feuchtigkeit versorgen; höchstens käme hier noch feuchtes Land in Betracht, doch bleiben wir einmal beim Meer.

Wir stehen hier am Meeresufer auf einer hohen, steilen Böschung, von wo aus wir bequem das Meer weithin überschauen können. Es ist Abend; die Sonne sinkt soeben weit hinten in die Wasserfläche, und der Himmel färbt sich glühend rot, wobei über dem Horizont parallel zu ihm feine Abstufungen und Streifen dem Purpurlicht eine regelmäßige Abwechslung verleihen. Aus dem Meer erhebt sich in unzähligen kleinen Zungen und Fetzen ein weißer, kalter Nebel. Da sehen wir am Himmel hinter uns vom Lande her ein Fetzenwölkchen heranwehen. Es ist überaus luftig, zerrissen und wässerig und vorn ein wenig schräg aufwärts gerichtet.

Dem ersten Wölkchen folgt bald ein zweites, drittes, und endlich kommt vom Lande ein ganzer Trupp daher flottiert. Die Wolken schließen sich allmählich zu einer Wolkendecke zusammen; nur hier und da sehen wir noch eine winzige Lücke. Doch ist die Decke durchaus nicht gleichmäßig dick und dicht. An vielen Stellen ist sie überaus fadenscheinig, bildet hier gleichsam nur die Verbindung zwischen zwei Nachbarwolken. Fragen wir uns: „Weshalb bildet diese Wolkenschicht nicht eine gleichmäßig gebaute Masse?“ Die Feuchtigkeit stieg aus dem Meere empor und wurde durch den kalten Landwind aus der Luft

ausgeschieden — und da haben wir doch durchaus keinen Grund, der uns diese Unregelmäßigkeiten erklären könnte. Nun, so müssen wir ihn suchen. Und in der Tat finden wir ihn auch auf dem Heimwege, wenn wir unsere Aufmerksamkeit gespannt halten. Denn gar bald erhebt sich eine leichte Landbrise. In einzelnen Stößen weht die kalte Luft daher. Bisweilen ist es ganz ruhig, oft wieder fegt ein kräftiger Windstoß heran.

Das erklärt uns nun auch die Wolkenbildung. Die Luft über dem Lande ist beträchtlich kälter als die über dem Meere, diese aber feuchter. Die Landluft weht in einzelnen Windstößen in die feuchten Luftmassen über dem Meere hinein. Bei jedem Windstoß scheidet sich neue Feuchtigkeit aus, und jeder Windstoß treibt seine Wolke vor sich her. Sobald sich die Wolkendecke schließt, kann man beobachten, wie vor jeder Verdichtung (d. h. Einzelwolke) eine Art Wölbung vorhanden ist, die sich allerdings mit der Zeit verliert. Der Rücken der Wolken, der nachjagende Schwanz ist dann wieder stark zerfetzt. Später verliert sich auch die Einzelbildung in der Wolkendecke; die Feuchtigkeit scheidet sich jetzt so allgemein aus der Luft aus, daß sich alsbald ein dichter Nebel einstellt.

Auf dem Gipfel eines zirka 200 Meter hohen „Hügels“ am Titisee im Schwarzwald beobachtete ich folgende Erscheinung: Nach einem längeren Regenfalle hatte sich der Himmel teilweise aufgeklärt. Nur noch einzelne Plattenwolken bewegten sich langsam

dahin, was mich denn auch zu einem kleinen Höhenausfluge veranlaßte. Jedoch in halber Höhe dieses genannten Hügels sah ich eine dichte Wolkenmasse auf mich zueilen. Ich stieg so schnell ich konnte weiter empor, um die weiteren Entwicklungen zu beobachten. Mittlerweile hüllte mich eine dichte Nebelmasse ein. Kaum hatte ich den Kamm des Hügels erreicht, da erhob sich in einzelnen Stößen ein scharfer Wind. Und mächtige Wolkenköpfe, die Stirnseite voran, fegten auf mich zu, als wollten sie mich verschlingen, und so schnell wie der Wind waren sie um mich herum vorüber und ließen hinter und zwischen sich eine dünne Dunstmasse übrig.

Wir haben hier — abgesehen von den Federwolken — die lockerste Wolkenart kennen gelernt: den Nebel. Sehr viele rechnen den Nebel überhaupt nicht zu den Wolken, sondern sehen darin eine Art Niederschlag, weil er fast stets eine gewisse Feuchtigkeit zurückläßt. Um das zu entscheiden, müssen wir folgendes überlegen: Eine Wolke ist immer eine „schwebende“ Nebelmasse; sobald diese fällt, sobald überhaupt Feuchtigkeit fällt, ist es „Niederschlag“. Der Nebel also an und für sich bleibt immer Wolke, auch wenn er seine Spuren hinterläßt. Der Tau oder der Reif ist allerdings Niederschlag.

Übrigens muß man mit der Bezeichnung „Wolke“ sehr vorsichtig sein, denn die Nebelkörperchen sinken oft fast unmerklich, besonders wenn der Nebel unmittelbar am Erdboden liegt.

Um eine andere Art von Randbildung zu beobachten, wollen wir gleich den folgenden Morgen benutzen. Zunächst ist noch alles in Nebel gehüllt. In der Nacht hat sich der Wind gelegt, und nun am Morgen weht wieder ein frischer Seewind aufs Land.

Allmählich hebt sich die Unterfläche des Nebels, und schließlich wird in etwa 100—200 Meter Höhe eine Wolkenschicht sichtbar, ähnlich der vom Vorabend. Die helleren Stellen sind gelblichgrau, die dunkleren aber blaugrau gefärbt. Und zwar sind die gelblichgrauen gerade die dichtesten Stellen der Wolken, da wo diese noch am höchsten emporragen. Die gelbliche Farbe rührt her von den Sonnenstrahlen, die seitlich auf die Wolken auffallen und dann durch ihre Massen reflektiert werden. In den Vertiefungen der Wolkendecke herrscht noch der Schatten.

Die ganze Wolkendecke zerreißt jetzt in lange Wolkenzüge, zwischen denen wieder lange Streifen blauen Himmels hindurchscheinen. Die Wolkenzüge haben eine beträchtliche Breite; in ihnen können wir aber schon eine Art Quereinteilung beobachten: sie bestehen aus lauter länglichen, aneinandergereihten Wolkenkörpern. Zuletzt lösen sich auch diese langen Wolkenzüge in einzelne Wolken auf, bis endlich auch diese verschwinden.

Hier haben wir — wie gesagt — eine zweite Art der Randbildung vor uns. Des Morgens, wenn die Sonne aufgeht, können die Sonnenstrahlen noch nicht unmittelbar den Boden treffen, doch bewirken

sie hier eine allmähliche Erwärmung, durch die dann die Luft empor getrieben wird. Durch diese Luftströme, die in der Regel nicht allzu viel Feuchtigkeit mit sich führen, wird nun die Wolkenmasse teilweise aufgelöst und zwar zuerst dort, wo die geringste horizontale Luftbewegung herrscht, die Luft sich also am ungestörtesten erheben kann. Andererseits erhält sich dort die Wolkenmasse am längsten, wo die größte Kälte herrscht, und die (nunmehr am Tage kälteren) Luftströme des Seewindes verschieben sich zwischen den schon erwärmten in einzelnen Zügen dahin, bis sie endlich auch genügend erwärmt werden, um die Feuchtigkeit aufzulesen.

Die umfangreichen Wolkenzüge sind bisweilen zwischen den einzelnen Querwolken tief eingekerbt, selten aber auch bilden sie einen geraden, glatten Rand. Solche Wolkenform heißt „stratus“, d. h. ausgebreitete Wolke.

So bildet sich auch der Rand bei einer gewissen Schichtwolkenart, die im Herbst und Winter recht oft zu beobachten ist: In sehr geringer Höhe bewegen sich weite Schichten dahin. An ihren Rändern sind sie um nichts weniger dicht und mächtig als in der Mitte. Die Ränder bilden meist ganz senkrechte Wände — natürlich nur von geringer Höhe. An ihrer Oberseite weisen sie oft kleine Wölbungen auf. An der Unterseite befinden sich sehr eigenartige Schattenbildungen.

Diese Wolkenart entsteht bei gleichmäßig niedri-

gem Barometerstand, d. h. wenn das Barometer über weiten Gebieten ziemlich auf demselben niedrigen Standpunkte steht. Da dann die Luft in ihrer Dichtigkeit keine allzugroßen Gegensätze auszugleichen hat, so bewegt sie sich auch sehr langsam, doch führt sie in einer gewissen Schicht noch immer einige Feuchtigkeit mit sich. Dazu kommt dann noch ein schwacher, feucht-

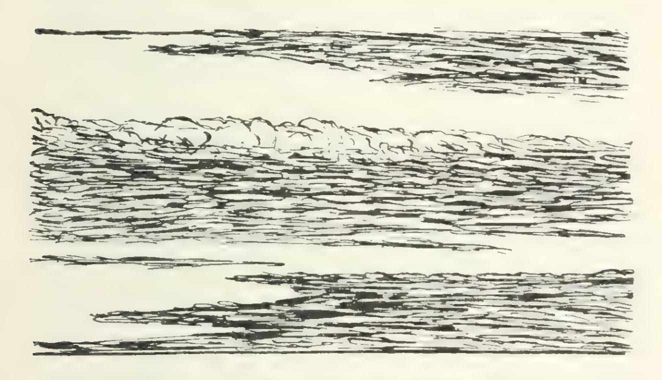


Fig. 5. Strato-Cumulus-Bildung.

warmer Aufstrom, der dieser Feuchtigkeitsschicht noch einige Feuchtigkeit zuführt und zugleich aus der Luft ausscheiden läßt. Doch es kommen nur lückenhafte Wolkenschichten zustande; durch jeden Windstoß wird die Aufwärtsbewegung der Luft gehemmt, und an solchen Stellen erreicht sie dann nicht die Höhe der Wolkenschicht, wo alsdann eine Lücke entsteht. Diese Wolkenform heißt „strato-cumulus“.

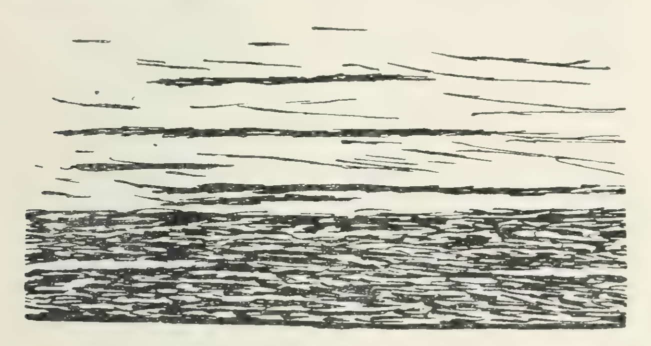
Sobald nun der horizontale Luftstrom heftiger

wird, so wird der aufwärtssteigende aufgehoben, und mit einem schnurgeraden Rande bricht die Wolkenschicht ab.

Da jedoch mit dem frischen Luftstrom wieder mehr Feuchtigkeit herbeigeführt wird, so bildet sich bald wieder eine neue Wolkenschicht, allerdings ganz anderer Art. Da nämlich die Aufwärtsbewegung der Luft nahezu ausgeschaltet ist, so entbehrt die Wolkenschicht des festen, massigen Aufbaues und der Wölbungen nach oben. Diese neue Schicht erscheint etwas höher als die vorige, denn ohne den Aufstrom kann erst in bestimmter Höhe die Wolkenbildung beginnen.

Den vorderen Rand dieser Wolkenschicht bilden winzige, feine Wolkenzüge, die ihrerseits wieder aus einer Reihe unendlich flacher Fetzenwolken bestehen. Darauf geht die Wolkenschicht allmählich über in mehr dichte, hier und da nur etwas zerfetzte Massen von rundlichen oder länglichen, oft streifenartigen Wölkchen mit nur wenig Zwischenräumen, aber unregelmäßig schattierter Unterfläche. Die Luft in dieser Wolkenschicht befindet sich offenbar in ziemlich heftiger Bewegung. Eine lebhafte Vermischung der entstehenden Wolkenmasse mit der reinen Luft beginnt und daher eine regelrechte Fetzenbildung. Die Feuchtigkeit breitet sich in der Art von Wogen aus. Erst erfolgen einzelne, schwache, dann immer neue und stärkere Stöße. Die Wolkenmasse wird durch diese Wogenbewegung auseinander gerissen und bildet lange Reihen. Außerdem entstehen nicht nur parallele Wellen,

sondern kreuz und quer laufen sie durcheinander und bilden ein feines Netz, welches der Wolkenmasse eine entsprechende Anordnung verleiht. Zuerst hat der Luftstrom noch heftigen Widerstand zu überwinden; daher sind die ersten Wölkchen noch besonders flach und zerfetzt. Später werden dann die Wolkenmassen dichter und massiver.



Figur 6. Alto-stratus (+ cirrus).

Die Wellenbewegung dauert nun allerdings fort, nimmt sogar an Heftigkeit zu, so daß im weiteren Verlaufe der Wolkenschicht das lebhafteste Gekräusel entsteht. Eine derartige Wolkenform heißt „alto-stratus“.

Ich möchte übrigens deine Aufmerksamkeit auf solche Schichtenwolken besonders lenken, da sie eine so überaus häufige Erscheinung bilden und außerdem in den verschiedensten Variationen vorkommen.

Eine ähnliche Wolkenform, die man sehr vielfach

mit diesem alto-stratus verwechselt, ist der sogenannte alto-cumulus. Darunter verstehen wir unsere bekannten Schäfchenwolken. Sie treten zumeist in Form von weiten Schichten auf, und diese Schichten haben eine sehr eigenartige Randbildung und innere Gliederung.

Die Ballen, aus denen der alto-cumulus besteht, sind nämlich fast immer in langen Reihen angeordnet, und oft sogar sind diese Reihen kreuzweise zu verfolgen. — Auch hier tritt ein feuchter Luftstrom in eine ruhende Luftmasse ein. Dieser Luftstrom hat also oben und unten die Reibung der umgebenden Luft zu überwinden. Dabei nun bildet sich wieder eine überaus regelmäßige Wellenbewegung in den entstehenden Luftschichten. Entweder ist diese Wellenbewegung einfach — dann entstehen lauter schmale Wolkenstreifen —, oder es bildet sich noch eine querlaufende Wellenbewegung — dann teilen sich die langen Wolkenstreifen in einzelne Ballen, die Schäfchen. Je mächtiger der Luftstrom ist, um so massiger und gröber werden auch die Ballen und Wolkenstreifen usw.

Diese Wolkenform kann auch in der Eiswolkenzone vorkommen als „cirro-cumulus“. Die Ballen bestehen dann aus ganz feinen, kleinen Fäserchen, die sich überaus innig ineinander verschlingen. Sie scheinen auch der größeren Entfernung wegen viel zierlicher und fester gebaut. Bisweilen sehen sie aus wie feiner Same, ausgebreitet und ausgestreut über eine weite Fläche (alto-cumulus granosus).

Der alto-cumulus bildet eine ganze Reihe von

verschiedenen Formen. Besonders interessant ist diese (von der ich schon soeben sprach): Eine weite, dunkle Wolkenbank naht aus irgend einer Himmelsrichtung. Sie beginnt mit einer feinen, in lauter Krümel und Körner aufgelösten Masse, die sich aber schnell in eine dunkle, zusammenhängende Decke verwandelt.

Der Luftstrom, der in die warme, träge daliegende Luftmasse eintritt, muß mit einer ziemlichen Feuchtigkeit beladen und sehr forsch hereinbrechen. Und so löst sich denn gleich vorn eine sehr heftige Wogenbewegung aus in den verschiedensten Richtungen. Infolge der großen Heftigkeit des Luftstromes ist die Einzelwelle nur sehr klein und schmal. Der Luftstrom überwindet aber bald den Widerstand der ruhenden Luftmasse, und nun breitet sich schlichte Wolkenmasse weiter aus. Diese Körnerbildung zu Beginn der Wolkenschicht heißt alto-cumulus-granosus. Die folgende schlichte Wolkenmasse ist dann entweder alto-cumulus oder alto-stratus oder sonst eine verwandte Wolkenart.

Eine andere Art des alto-cumulus ist folgende: Eine Wolkenschicht mit schnurgeradem Rande bedeckt langsam den Himmel. Einzelne kleinere Wolkenreihen und -züge bewegen sich voran. Dieser alto-cumulus ist aber keineswegs in Wolkenreihen gegliedert, sondern besteht nur aus regellos durcheinander liegenden sehr flachen und zerfetzten Ballen. Die Schicht ist an ihrem Rande genau so dick wie in der Mitte, und bis zu ihrem Rande überall ganz

gleichmäßig aufgebaut. Sie bewegt sich, wie gesagt, nur sehr langsam, und deshalb entstehen auch nur sehr grobe und unregelmäßig durcheinander laufende Wellen, die eine unregelmäßige Häufung von Einzelballen zustande bringen.

Es ist bei den meisten Plattenwolken überaus schwierig, eine wirklich einwandfreie Erklärung für ihre Randbildung und Innengliederung zu finden, eben weil es so ungezählt viele Arten der Randbildung gibt, und unsere Wissenschaft mit den Strömungen der Atmosphäre noch lange nicht genügend bekannt ist. Wir wollen nicht weiter auf Einzelheiten eingehen. Als die wichtigsten Ursachen des Aufbaues der Wolken kann man ansehen 1. aufsteigende Luftströme und deren Unterbrechungen, 2. die Reibung zweier oder dreier Luftströme in verschiedenen Richtungen und Wellenbewegungen, feuchte Luftströme, die in ruhende Luftmassen eindringen. Auch kann man hierher rechnen die Zerstäubung einer flachen Wolkenschicht durch andere trockene Luftströme usw.

Manche Erscheinung kann man sich auch durch eigenes Experiment darstellen. Reibt man z. B. einen Radiergummi auf einem Stück Papier, so lösen sich längliche, parallele Streifen vom Gummi los. Auch mit einer Tasse Kaffee kann man einige Versuche ausführen: Der Fettgehalt der Milch bildet, wenn man den Kaffee länger ruhig stehen läßt, an der Oberfläche eine dünne, weiße Schicht. Schüttelt man nun die Tasse ganz vorsichtig, so ordnet sich diese Schicht in

parallelen Streifen an. Diese Streifen kann man dann wieder durch eine anders gerichtete Schüttelung in ganz beliebiger Weise umformen und so die meisten der alto-cumulus-Bildungen nachahmen. Schüttelt man die Tasse ganz unregelmäßig im Kreise, kreuz und quer, so kann man ein feines Gewebe von durcheinander laufenden Fäden erhalten, wie es die „Faserwolken" aufweisen. Die Bewegungen dürfen

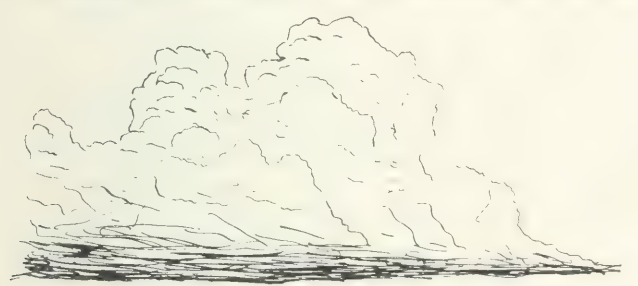


Fig. 7. Cumulus (Übergang zu cumulo-nimbus).

aber nur durch leises Antasten mit einem Finger geschehen, weil sonst die Fettschicht ganz fortgespült wird.

Wir wollen jetzt noch kurz auf die übrigen Arten der Randbildung eingehen. Die Hauptsache ist da die „Haufenwolke", der cumulus. Sie entsteht genau so, wie ich schon beschrieb bei den „direkten" Aufströmen. Es kommen zuerst überall da Wolkenhaufen zustande, wo die verdünnten Luftmassen zuerst den Widerstand der ruhenden, schwereren Luftschichten überwunden haben, und wo kein allzu scharfer Wind ihre Aufwärtsbewegung hindert. Die Bildung ist also ganz ähnlich

wie beim „strato-cumulus“, nur wird bei unserem cumulus kein besonderer flacher, feuchter, horizontaler Luftstrom vorausgesetzt.

Je länger die Sonnenstrahlung dauert, um so mehr breiten sich die Haufenwolken nach den Seiten und nach oben hin aus, und es entsteht schließlich infolge der großen „elektrischen Spannung“ an der Oberseite der gesamten Wolkenmasse ein faserartiges Gewebe, welches allerdings wohl nur selten aus Eisnadeln besteht, weshalb man hier auch von „falschen“ Cirren spricht. Die Feuchtigkeit und die elektrische Ladung der Wolken nimmt stetig zu, und endlich bilden sich Regentropfen. Diese Regentropfen werden aber vom Aufstrom noch zurück gehalten. Eine Strecke fallen sie, und dann werden sie wieder zurückgeschleudert. Sie bilden dann eine Art von gewölbten Streifen, die von der Wolkendecke herabhängen. Durch dieses Hemmnis werden aber die Regentropfen vielfach zusammen geworfen und bilden so die großen Platzregentropfen. Diese platzen — daher könnte man wohl am richtigsten den Platzregen benennen — dann endlich durch die hemmende Luftschicht hindurch, und der erste Regenguß beginnt. Derweil entlädt sich auch die Elektrizität — je nach den Arten und der Verteilung zwischen Wolken und Erde oder zwischen der Mitte und dem Rande der Wolkenbank. — Die letztere Wolkenform des Gewitters heißt dann „cumulo-nimbus“. Die Faserbildung bezeichne ich als „cumulo-cirrus“.

Nun fehlen nur noch die Federwolken. Wie ihre Fasern entstehen, das habe ich schon erzählt; es kommt uns hier nur darauf an, wie die einzelnen Fasern sich gestalten, und wie die (unendlich vielen!) Arten der Federwolken sich formen.

Eine sehr einfache Form ist diese: Sie besteht in einem kreuzweise angeordneten Fadengewebe, genannt cirro-stratus vertebratus. Die Fasern sind

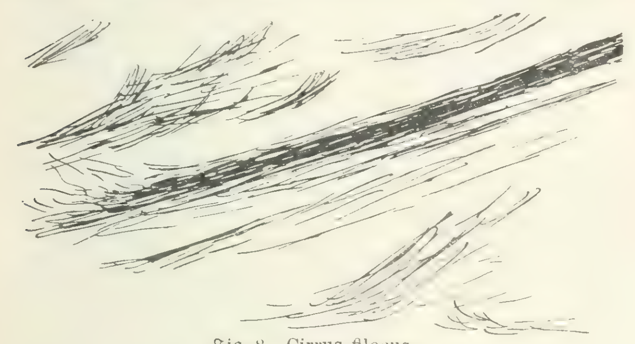


Fig. 8. Cirrus filosus.

durchweg gerade, doch vielfach unterbrochen und in besonders stark verdickte Teile eingeteilt. Diese bilden aber in der Querrichtung ebenfalls gerade Linien, etwa wie die Pferde einer gut „ausgerichteten" Abteilung Kavallerie. Diese Wolkenform entsteht ganz ähnlich wie unsere Schäfchenwolken. Eine Anzahl parallel laufender Faserwolken wird durch die Reibung zweier Luftströme in Querstreifen eingeteilt. Die Luftströme, die da entgegenwehen, oder der eine Luftstrom, der durch die ruhenden Luftmassen hin-

durch geht, muß dabei aber nur sehr langsam wehen, sonst entstehen regelmäßige Schäfchenwolken in der Art des cirro-cumulus.

Eine andere Art der Faserwolken (Gesamtname: „cirrus“ = „Feder“ oder „Büschel“) besteht aus vielen, unendlich wild und wirr ineinander verschlungenen Fasern. Name: cirrus implexus, d. h. verschlungener cirrus. Sie entsteht durch eine starke Bewegung der Luftmassen. Bildet diese Form größere Flächen, so heißt sie alsdann cirro-stratus implexus. Sie vereinigt in sich dann so dichte Massen, daß man hier direkt von Wolken k ö r p e r n sprechen kann.

Eine besonders auffallende Erscheinung ist ein langes, gerades, quer über den Himmel gehendes Wolkenband, bestehend aus dicken, massigen Fasern (cirrus filosus, auch Polarbanden genannt). Diese Form entsteht durch weite Luftströme, die allerdings nur wenig Feuchtigkeit mit sich führen. Bisweilen zweigt sich der Hauptstrom unterwegs vielfach ab, und es entstehen dann feinere Nebenstreifen usw.

Oft bilden solche lang ausgedehnte Fasern regelrechte Federn etwa in der Art der Straußenfedern oder auch unserer Eisblumen, mit denen im Winter unsere Fenster sich belegen. Die Entstehung ist wohl ähnlich wie die der vorigen Form. Nur zweigen sich hier unendlich viele Seitenströmchen vom Hauptstrom ab. Diese Form heißt „tracto-cirrus pennatus“.

Alle diese Arten bewegen sich annähernd in der Richtung ihrer Streifen. —

Eine gewisse Cirrusart gibt es noch, die durch langsame Aufströme an manchen Stellen Wölbungen nach oben und somit ein etwas zerflocktes Aussehen annehmen kann und sich vielfach in kleinen, rundlichen Büscheln anordnet. Diese Form heißt „cirrus flocosus".

Nun, damit wären wir schon hineingeraten in

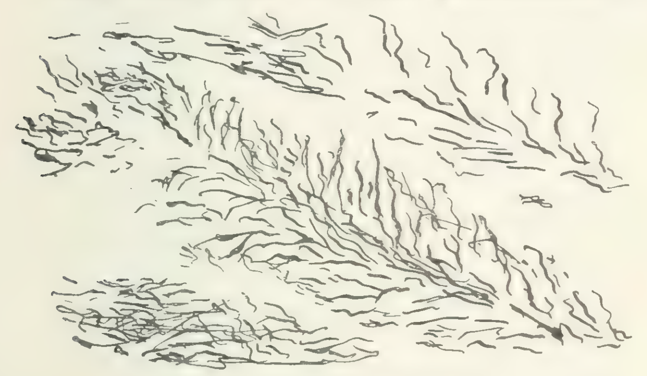


Fig. 9. Tracto-cirrus-pennatus.

unser nächstes Thema „die Ober- und Unterfläche" der Wolken und was damit zusammenhängt: die Höhe der einzelnen Wolkenformen über dem Erdboden. Und dies Thema bereitet unseren Erklärungsversuchen allerdings nicht allzugroße Schwierigkeiten.

Den cumulus und alle Wolkenformen, die ähnlich wie er entstehen, müssen wir hier auslassen, denn über deren Unter- resp. Oberflächenbildung haben wir schon das Nötige zu hören bekommen. Allerdings braucht der cumulus nicht allemal zu jenen

mächtigen Wolkenbänken emporzuwachsen. Wenn es dazu kommt, so ist die Luft überhaupt in langsamem Aufsteigen begriffen, also es muß wenigstens in der Nähe ein Zentrum geringen Luftdrucks liegen. Wenn aber ein Gebiet hohen Luftdrucks sich irgendwo gebildet hat, so herrschen, wie ich schon sagte, hier an und für sich absteigende Luftströme, und dann entstehen entweder gar keine oder nur ganz niedrige Wolken. Diese nennt man „cumulus humilis“. Wenn überhaupt Haufenwolken entstehen, was im Hochdruckgebiet in der Regel nur am Tage geschieht, so kann man stets ein ganz schwaches Sinken des Barometers beobachten. In der Nacht verdichtet sich dann die Luft wieder und treibt das Barometer in die Höhe.

Anders steht es schon mit den regelrechten Fetzenwolken, dem „nimbus“. Wir denken wieder zurück an unsere Beobachtungen am Meer; wir beobachteten damals die Dampfbildung über dem Meere und sahen, wie vom Lande her in einer ganz bestimmten Höhe über dem Erdboden die ersten Fetzenwolken daherjagten. Gerade diese Höhe ist es nämlich, in der der stratus und sein nächster Verwandter, der nimbus, stets erscheint. Also diese Höhe müssen wir uns natürlich erklären.

Sobald über dem Boden die Abkühlung beginnt und sich nach oben hin ausdehnt, lagern sich die Temperaturschichten bald in folgender Weise: Am Erdboden selbst liegt eine ziemlich kalte Schicht. Darüber

nimmt wieder die Temperatur etwas zu; die Wärme des Tages ist nicht spurlos verschwunden, sondern pflanzt sich nach oben fort und wird von der Kälte des Bodens verdrängt. Darüber wieder liegt eine besonders kalte Luftschicht. In dieser Schicht verdichtet sich die Luft besonders stark und tritt mit der Meeresluft in einen scharfen Gegensatz, der sich bald auszugleichen strebt. Hier also beginnt der Wind, und hier bildet sich also auch die erste Wolkenmasse, die sich

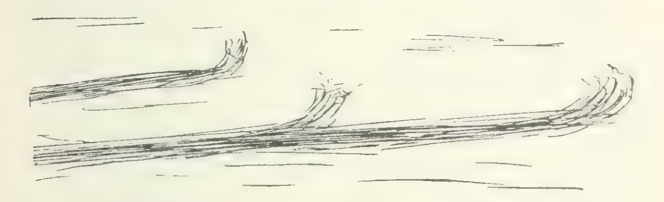


Fig. 10. Cirrus uncinus (hakenförmiger Cirrus).

dann mit dem Winde immer weiter zum Erdboden ausbreitet.

Etwas schwieriger ist allerdings die Erklärung für die Ober- und Unterflächenbildung bei den Plattenwolken und besonders für die Höhe, in der sie über dem Erdboden erscheinen. Darüber können wir uns aber in den einzelnen Fällen nur dann Rechenschaft geben, wenn wir genau den gesamten Aufbau der Atmosphäre kennen und ihren Zustand in jeder einzelnen Höhenschicht. Die gesamte Atmosphäre hat sich nämlich im Laufe früherer Jahrtausende in ganz eigenartiger Weise gelagert und

aufgebaut, und heute unterscheidet man vier sehr deutlich getrennte Luftschichten, die sich durch ganz besondere Luftströmungen auszeichnen, und die sich nicht einmal im Wechsel von Sommer und Winter verändern können. Vgl. hierbei die nebenstehende Figur.

Vom Erdboden bis zirka 1000—1500 Meter Höhe reicht die sogenannte „unterste Störungsschicht", die ihren Namen daher hat, weil in ihr der Erdboden mit seiner wechselnden Temperatur und Feuchtigkeit den ganzen Zustand der Luft ausschließlich bedingt.

Über dieser Schicht in 1000—1500 Meter Höhe beginnt eine zweite Luftschicht, in der vorwiegend vertikale (d. h. entweder auf- oder absteigende!) Luftströme herrschen. Hier entstehen die Haufenwolken und die Gewitter usw. In etwa 4000 Meter Höhe beginnt eine neue, sehr flache, „obere Störungsschicht". Hier wehen fast ausschließlich die horizontalen Luftströme, der Sitz der Plattenwolken. Diese Störungsschicht wiederholt sich bisweilen in mehreren Schichten übereinander, indem sich die Luftströmungen spalten. Dann kann man die Plattenwolken in verschiedenen Etagen übereinander schweben sehen; allerdings ist dann jede „Etage" nur ganz fein und dünn. Auch kommt solche Spaltung nur bei schwachen Luftströmungen vor; sonst aber kommt ein einheitliches Strombett zustande.

Die erste Voraussetzung für die Entstehung der Plattenwolken ist eine genügende Feuchtigkeit und Kälte. Indes entstehen sie am häufigsten über dem

Meere und im Winter. Das Land begünstigt mehr die Haufenbewölkung.

Je nach der Mächtigkeit, der Schnelligkeit und dem Feuchtigkeitsgehalt und auch nach dem Zustande der übrigen Luftmassen unter und über der Störungs-

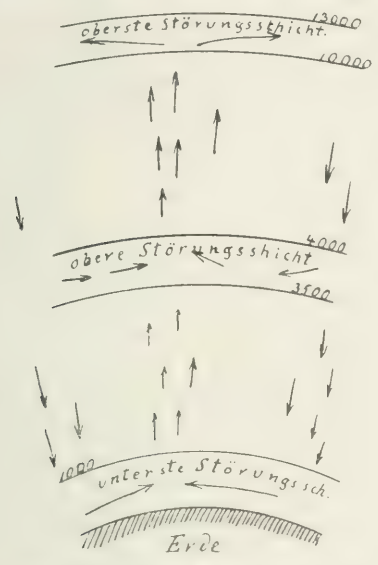


Fig. 11. Schichtung der Atmosphäre.

schicht gestaltet sich die Plattenbewölkung verschieden, wie wir schon des näheren zu hören bekamen.

Nun aber zur Erklärung dieser horizontalen Luftströme. In der gesamten Atmosphäre herrschen vertikale Luftströme vor. In drei Höhenschichten werden sie unterbrochen durch horizontale Ströme, näm-

lich am Erdboden, in 4000—5000 Meter und in 10 000 Meter Höhe. (Über der „oberen“ Störungsschicht liegt nämlich wieder eine Schicht mit „vertikalen“ Luftströmungen, und darüber liegt wieder eine „oberste“ Störungsschicht mit horizontalen Luftströmen.)

Wir haben schon gehört von den Zentren „hohen“ und „tiefen“ Luftdrucks und die Tatsache erfahren, daß in den Hochdruckgebieten die Luft sinkt, in den Tiefdruckgebieten dagegen steigt und endlich, daß die Luft in den höchsten Schichten vom Tiefdruckgebiet zum Hochdruckgebiet fließt, um dort der Abwärtsbewegung weiter zu folgen. Daraus ergibt sich schon von selbst, daß an der Erdoberfläche die Luft vom Hoch- zum Tiefdruckgebiet fließen muß, um die Luft in diesem wieder zu ergänzen. Am stärksten sind die Luftströmungen immer im „Tief“ und in dessen Nähe, während das „Hoch“ nur schwache Winde wachruft.

Sobald nun sich in irgend einer Gegend die Luft zu verdünnen beginnt, so geschieht dies zunächst am Erdboden. Dann erst breitet sich diese Verdünnung weiter in höhere Schichten aus — solange, bis der Einfluß der Erde aufhört. Alsdann liegt unmittelbar am Erdboden eine Schicht stark verdünnter Luft; darüber folgt wieder eine etwas dichtere Luftmasse, die da langsam empor gedrängt wird und etwa in 3000 Meter Höhe, wo die Luft an sich schon sehr leicht und dünn wird, und wo die Verdünnung der Luft vom Erdboden her ihr Ziel hat, da liegt eine

zweite Schicht stark verdünnter Luft, und hier entsteht die mittlere Etage der horizontalen Luftströmungen vom „Hoch" ins „Tief" hinein — natürlich weil hier die größten Gegensätze in der Dichte der Luft entstehen.

In der obersten Störungsschicht, die noch immer

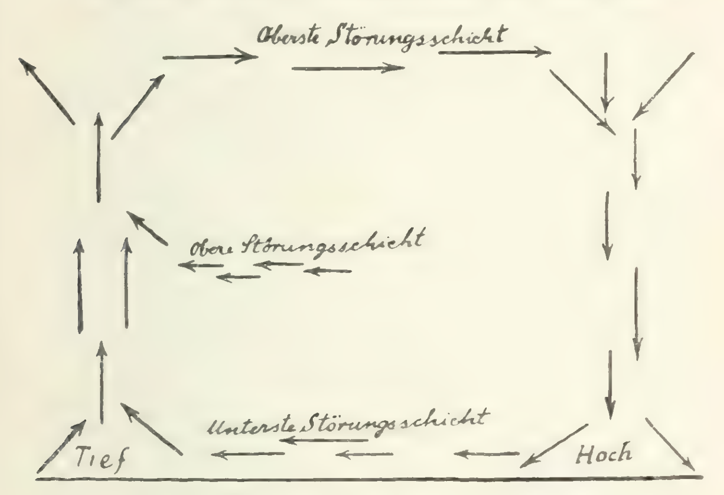


Fig. 12. Störungen im Hoch- und Tiefdruckgebiet.

etwas Feuchtigkeit enthält, ist dann der Sitz der Federwolken. Hier bewegt sich die Luft, wie gesagt vom „Tief" zum „Hoch", so daß die Federwolken zumeist dem Winde an der Erde entgegen, stets aber unter einem Winkel von 45—50° ziehen. Über ihre Ober- und Unterflächenbildung läßt sich wenig sagen, zumal es hier ja keine regelrechte Ober- resp. Unterfläche gibt.

5. Kapitel.

Eine Reise ins Wolkenreich.

Und nun, nachdem wir einen genügend eingehenden Blick ins „Reichsgesetzbuch" der Wolken getan und uns mit ihrer Entstehung und ihren Lebensbedingungen vertraut gemacht haben, können wir unsere geplante Luftreise unternehmen, um nun auch die Wolken in ihren gegenseitigen Beziehungen und in ihren Gemeinschaften kennen zu lernen.

Wir nehmen uns einen beliebigen Luftballon, dem wir aber — und darin besteht gerade der Vorteil der Einbildungskraft — alle für uns nötigen Fähigkeiten zuschreiben wollen. Er soll sich nicht allein in horizontaler Ebene lenken lassen, wie ein gehorsames Pferdchen, sondern muß in jede gewünschte Luftschicht und Höhe gelangen können; er muß dem heftigsten Gewittersturme Trotz bieten und selbst in der dünnsten Luft in 50 Kilometer Höhe unverletzt schweben. In 50 Kilometer Höhe! Da herrscht das ganze Jahr die strengste Kälte, und kein lebendes Wesen — außer den Bakterien — kann hier sein Leben fristen. Den Bakterien schreibt man nämlich neuerdings die Fähigkeit zu, vom Strahlendruck der Sonne getrieben in halb schlafendem, halb bewußtlosem Zustande den eisigen, luft- und nahrungsleeren Weltenraum jahrelang zu durchwandern, bis sie auf einem andern Stern landen und dort wieder auf- und weiterleben,

oder allerdings endlich doch ersterben, wenn sie nirgends Unterkunft finden.

Diese fabelhafte Fähigkeit der Bakterien müssen wir uns selbstverständlich ebenfalls aneignen, ja, wir müssen uns sogar wach erhalten und unsere ganze Aufmerksamkeit zusammennehmen.

Wir benutzen zu unserem Aufstieg (im nördlichen Deutschland) einen heiteren November- oder Dezembermorgen. Kaum sind wir 300—400 Meter hoch gestiegen, da sehen wir eine weite Wolkenschicht mit schnurgeradem, doch ziemlich zerzaustem Rande eben über uns dahinschweben ... Wie sie sich daherbewegt, unterscheiden wir deutlich wieder jene Doppelfärbung. Die ganze Schicht besteht aus ungeheuren, flaumweichen Ballen, die — abgesehen vom Rande — ineinander sanft übergehen. Diese Schicht (stratus) breitet sich in eigenartiger Weise über dem Himmel aus: Sie erschien zunächst am westlichen Horizont und bewegte sich mit ihren Massen in nord-südlicher Richtung, kam daher auch nur sehr langsam näher. Doch plötzlich bildete sich vor ihrem Rande eine neue Wolkenmasse — zunächst noch stark zerfetzt, doch bald dichter und dichter. Es bilden sich regelrechte Ballenreihen (ähnlich wie beim alto-stratus), die sich in parallelem Verlaufe an die ursprüngliche Wolkenschicht anschließen, ihre Fläche erweitern. Allmählich erscheint nun im Norden immer mehr Wolkenmasse, so daß bald der ganze Himmel bedeckt ist. Später gesellt sich noch ein leichter Nebel hinzu. Dieser stratus

ist die einzige Plattenwolkenart, die in unmittelbarer Erdnähe vorkommt.

Der Nebel wird in eiligen Windstößen zu einer Art Fetzenbildung zerrissen. Inzwischen beginnt ein feiner Nebelregen herniederzurieseln. Der Wind wird heftiger, der Regen dichter — unser Ballon steht jedoch unbeweglich. Wir legen uns infolgedessen zu schlafen in unsere Decken. Wie wir am folgenden Morgen erwachen und umherschauen, da bewegt sich hart über uns eine dunkle Wolkendecke dahin. Der Wind hat sich fast gelegt, so daß sich auch die Bewölkung nur sehr langsam bewegt. Die Wolkenschicht hat sich sehr fest zusammen geschlossen und die Ballen noch etwas vergrößert. Die flüchtigen Fetzenwolken haben sich sehr stark verändert: Aus ihren lockeren Fetzen haben sich schwere, dunkle Massen gebildet, die sich etwas unter uns dahin bewegen. Der Abstand zwischen den beiden Wolkenarten ist nicht allzu groß. Die Wolkenhaufen unter uns haben an ihrer Oberseite schwache Wölbungen entwickelt. Wir sind in den Kernpunkt eines Gebietes mit tiefem Barometerstand geraten; die hier emporströmende Luft hat den Wolken die gewölbte Gestalt verliehen. Durch die gleichmäßige Zufuhr der Feuchtigkeit vom Boden und vom Meere, sowie durch die vollkommene Ruhe der Luft erklärt sich das geschlossene, finstere Aussehen der Wolken. Wir sind indes langsam bis in eine Höhe von zirka 700 Meter gestiegen.

Im Laufe des Tages macht sich indes ein frischer

Wind auf, und das Barometer beginnt zu steigen. Dadurch wird die träge in der Luft liegende Feuchtigkeit schnell fortgefegt. Die Wolkenhaufen hören auf zu regnen und verschwinden langsam. Die Wolkendecke bekommt Lücken, und klar scheint der Himmel hindurch. Wir steigen jetzt durch die großen Ballen der Wolkenschicht hinaus. Einen Augenblick schweben wir im dichtesten Nebel, doch unmittelbar darauf haben wir alle Wolkenmassen unter uns. Über uns breitet sich nun ein wundersam klarer Himmel aus; nur durch die Wolkenlücken hindurch sehen wir noch die Erde. Wir schweben hier jetzt völlig unabhängig von Raum und Zeit — mitten im Himmel! Der Wind treibt die Wolken recht bald in westlicher Richtung davon. Wir lassen uns gemächlich treiben — ins Blaue hinein — doch nein, nicht ins Blaue hinein, denn wir haben vorläufig noch ein anderes Ziel. Wir lenken unsern Ballon gerade in jene Richtung, die man drunten auf der Erde den Süden nennt. Wir fliegen bis ans Mittelmeer, hinüber nach Afrika, hinweg über das Rote Meer, in den Indischen Ozean — geradeswegs nach Australien. Hier senken wir uns und landen gerade auf dem Kamme des südöstlichen Randgebirges, der „Australalpen".

Aus der Kälte des Nordens kommen wir hier mitten in den Sommer hinein, denn wenn auf der nördlichen Erdhalbkugel der Winter ist, dann haben die Südländer zu leiden unter den Strahlen der senkrecht über ihnen dahinschreitenden Sonne.

Der Tropensommer ist eine Regenzeit oder besser eine Gewitterzeit, indem zeitweilig an jedem Nachmittage ein strenges Gewitter ausbricht. Der Himmel ist vorher zwar klar, doch sieht man keine Spur Blau, sondern die Luft ist in einen weißgelben Dunst verhüllt. — Im Süden sehen wir die Stadt Melbourne, dahinter das Meer und ganz fern am Horizont die Insel Tasmania; im Osten liegt Sidney, im Südwesten Adelaide.

Schon seit mehreren Tagen hat ein glühend heißer Wind aus dem Innern Australiens geweht. Der Boden — wir können das natürlich von unserer Höhe aus nicht sehen — ist völlig ausgetrocknet und in feines Pulver zerfallen. Die Blätter der Bäume sind in kleine Rollen zusammen geschrumpft und ganz dunkel und hart gebrannt. Hier und da im Norden steigt die Rauchsäule eines weiten Waldbrandes empor. Heute, erst vor wenigen Stunden, hat endlich der Wind nach Süden gedreht und führt der Luft nun endlich einige Feuchtigkeit zu. Daher hat sich denn auch die bisher so schrecklich klare Luft in dichten, weißgelben Dunst gehüllt, doch beeinträchtigt das die Macht der Sonnenstrahlen keineswegs; im Gegenteil: sie finden ihre Unterstützung noch durch die hohe Luftfeuchtigkeit.

Da bewegt sich etwas unterhalb unseres Ballons ein Haufenwölkchen daher. Wir schweben, nachdem wir wieder emporgestiegen, in einer Höhe von 4000 Metern. Die Wolke vergrößert sich — und bald ge-

stellt sich eine ganze Anzahl Kameraden zu ihr. Sie wachsen außerordentlich schnell in die Höhe; man kann deutlich beobachten, wie sich die Wolkenmasse von innen heraus entwickelt, wie eine Etage aus der andern hervorwächst (eine Erscheinung, die man sehr häufig auch in unseren europäischen Gegenden beobachten kann).

Die Wolken nehmen so kompakte, feste Gestalt an, daß man sich fast versucht fühlt, auf eine derselben zu springen. Da erscheint über uns plötzlich ein dichter

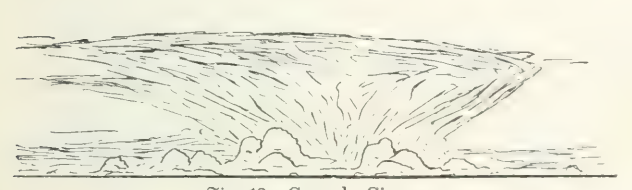


Fig. 13. **Cumulo-Cirrus.**

Wolkenschleier von langen Fasern. Wir steigen sogleich in diese Höhe, um diese Fasern etwas näher in Augenschein zu nehmen. Sie bestehen, wovon wir uns nun an Ort und Stelle überzeugen, nicht aus Eiskristallen; nur ganz wenige, halb geschmolzene Kristalle prallen an unsern Ballon. Doch eine hohe elektrische Spannung herrscht in diesem Wolkenschleier. Ein mitgeführtes Elektroskop schlägt in den lebhaftesten Bewegungen aus. — Wir senken uns wieder etwas bis zirka 4000 Meter Höhe.

Dieser Wolkenschirm setzt ganz urplötzlich ein und

verdichtet sich sehr rasch, breitet sich nach und nach über den Himmel aus. Er verdichtet und verdickt sich solange, bis er eine dunkelgraue Farbe annimmt. Seine Fasern erhalten eine lebhaft gewellte Gestalt, die ganze Fläche wird wie ein faltiges Tuch.

Die Sonne ist mittlerweile untergegangen und eine starke Verdunklung stellt sich ein. Die Wolkenschicht bildet unzählige kleine Wölbungen nach unten; fast gewinnt man den Eindruck wie von einem schlechten Dorfstraßenpflaster.

Am östlichen Horizont beginnt indes das lebhafteste Wetterleuchten. Endlich erhebt sich ein etwas hellerer Streifen; dieser hat nur eine einzige Farbe, nämlich ein intensives Braungrau. Vor dieser helleren Wolkenmasse her bewegen sich noch einige tief herabhängende Fetzenwolken. (Die Haufenwolken unter uns haben sich indes wieder fast aufgelöst, da nun die unmittelbare Sonnenstrahlung aufhört.) Nur einzelne zerrissene Ballenreihen von alto-cumulo-castellatus bewegen sich daher. In diesem helleren Teile des Gewitters zucken unaufhörlich Blitze wie große Wassertropfen, die aus einer übernassen Masse tropfen. Der dunkle Teil zieht über uns dahin wie ein großes weites Portal. Einige überschwere Regentropfen platzen hernieder, ein dicker, mächtiger Blitzstrahl flammt auf, und zugleich kracht es in der Luft wie beim Weltuntergang. — Dann stürzt ein wahrer Ozean an uns vorbei auf die Erde...

Unaufhörlich flammen die Blitze; bisweilen ist es

ruhiger, bisweilen alles ein Flammenmeer von leuchtenden, von den Wolken herabhängenden Wurzeln — und ohne Ende kracht und — rollt der Donner. Dazwischen pfeift in heftigen Stößen der Wind. Endlich aber tobt sich die Wut der Elemente aus; der Regen läßt nach, und die Blitze hören auf. Nur im Westen wetterleuchtet es noch lebhaft.

Und es bewegt sich die Wolkendecke wie ein



Fig. 14. Ausbruch eines Gewitters (schematisiert).

schwarzes, faltiges Tuch dahin in der dunstigen Atmosphäre. — Allmählich wird aber auch sie lichter, reißt und zieht endlich in kleinen Wolkenballen ab. Unter dem Ballon verschwindet ein feiner Dunstschleier, darüber ein dichter Faserschirm. —

Wir benutzen einen der folgenden Tage, wenn wieder klares Wetter herrscht, zu einer Expedition ins Innere des Landes. Kaum haben wir mit unserem Ballon das Gebirge, die Australalpen, überflogen, so beginnt sich allgemach die Landschaft unter

uns zu verändern. Die an der Küste noch üppig grünenden Wälder, die durch den Regen zu neuem Leben erweckt wurden, nehmen sehr rasch ab und schließlich schwindet jeder lebendige Pflanzenwuchs. Eine regelrechte Wüste breitet sich unter uns aus — übersät mit Felsblöcken, die wohl ehemals ein Gebirge bildeten, aber durch Regenfälle ausgelaugt und infolge der hohen Temperaturunterschiede*) zerbröckelt wurden und in feinen Wüstensand zerfielen.

Wir bewegen uns dahin über weite Flächen, auf denen undurchdringliches Scrubgebüsch wächst, ein Schrecken aller Australreisenden. Endlich über einem tiefen Sumpf machen wir Halt. Ein eigenartiges Bild: Von allen Seiten münden breite Flußbette in den Sumpf, doch können wir in ihnen keine Spur Wasser entdecken. Bei Regenfällen füllen sie sich bis über den Rand mit Wasser und veranlassen sogar in dieser Wüste weite Überschwemmungen! Aber ebenso schnell, wie sie entstanden, verlaufen sie wieder im Sande. Nach solchen Regenfällen verwandelt sich der Sumpf in einen tiefen See — von ziemlich salzigem Wasser. Allmählich trocknet dann der See wieder aus und läßt nun einen Salzsumpf zurück, aber auch dieser trocknet bisweilen völlig aus...

Augenblicklich herrscht hier wiederum Trocken-

---

*) Am Tage sind dort bis zu + 50 Grad Wärme, in der Nacht sogar bisweilen Frost (bis zu — 5 Grad) zu beobachten. In 24 Stunden kann der Temperaturunterschied zwischen Mittag und Mitternacht bis zu 30 Grad Celsius betragen.

heit. Die Regenfälle an der Küste kommen nur einem schmalen Landstreifen zugute. Nur alle zehn Jahre kommen auch ins innere Australien einige gute Regengüsse. Solche aber haben wir jetzt erst in zwei bis drei Jahren zu „erhoffen“.

Furchtbar brennt die Sonne hernieder; man muß das Vorhandensein einer Feuchtigkeit für das Allerausgeschlossenste halten.

Der Tag entschwindet — langsam — kaum merklich. Schon lange vor Sonnenuntergang sehen wir im südlichen Horizont eine flache Wolkenbildung; kleine Wolkenköpfe verleihen der ganzen Masse sogar etwas Körperartiges. Es sind zunächst lange Ballenreihen und -streifen. Die ganze Bewölkung müssen wir bezeichnen als „alto-cumulus castellatus“. Vgl. Beschreibung und Abbildung unten. Sie bewegt sich kaum sichtbar. Am Nachmittage erschien sie am Horizont, und am Abend merkt man erst ihr Näherkommen. Einige Federwolken scheinen über ihr zu schweben. Doch beim letzten Tageslichte sieht man daselbst dichte Fasermassen.

Ab und zu leuchtet aus dieser Wolkenbildung ein gelblicher Schein zu uns herüber, doch von Donner ist nichts zu hören. Um 12 Uhr befindet sich die Wolkenschicht in halber Horizonthöhe und bewegt sich langsam daher. Das Blitzen nimmt zu, so daß bald der ganze Himmel ein fortwährendes Flammenchaos darstellt. Doch vom Donner hört man auch jetzt fast gar nichts. Es sind eben keine massiven Wolkenwände

vorhanden, an denen die Schallwellen zurückgeworfen zur Erde gelangen könnten. Der Donner dröhnt nun in den weiten Himmelsraum hinein.

Das kommt übrigens daher, weil sich Schallwellen lieber aus dichterer Luft in dünnere fortpflanzen. Man hört bekanntlich leichter den Lärm von Bergen im Tale, als umgekehrt von dem Tale aus etwa eine Kanone, die auf dem Gipfel eines Berges abgefeuert wurde. Der Donner schallt also leichter in den freien Himmelsraum hinein, als zur Erde, und nur wenn ihm der Weg durch besonders massive Wolkenwände versperrt ist, gelangt er größtenteils zur Erde.

Die elektrischen Entladungen gehen vor sich zwischen der oberen Faserschicht und dem alto-cumulus. Die enorme Hitze der Luft hat sich durch Reibung der Luft- und Wasserteilchen in Elektrizität verwandelt und zwar hat sie ihren Sitz im alto-cumulus. Doch auch der cirrus hoch oben hat elektrische Ladung und zwar entgegengesetzte zu derjenigen des alto-cumulus. Daher springen unaufhörlich Funken über.

Das Blitzen dauert die ganze Nacht hindurch an, doch fällt kein Tropfen Regen. Bei Tagesanbruch verschwindet wieder die Bewölkung. Des Tages Hitze macht jede Wolke unmöglich.

Das war nun ein sogenanntes „trockenes Gewitter". Wir haben diese ja allerdings auch zuweilen bei uns, doch eigentlich nur schwach und dazu selten. Am häufigsten und prächtigsten treten sie aber in den Tropen auf. In Australien bilden sie im Innern des

Landes während der trockenen Zeit sogar ein fast „allnächtliches“ Schauspiel.

Wir verlassen nun wieder Australien und fliegen zurück nach Norden — langsam, denn wir haben Zeit. Wir brauchen eigentlich erst im Dezember oder Januar über Europa hinaus zu kommen — nach Island, wo wir nunmehr das Gegenteil von dem vorigen beobachten wollen, nämlich einen Schneesturm. Wir müssen hier sogar noch einige Zeit warten — auf günstige Ostwinde und einen Sturmzyklon, der uns den Schneesturm bringt.

Doch bis dahin haben wir Gelegenheit, noch manche interessante Erscheinung zu beobachten. Die Wolken Islands sind natürlich in jeder Beziehung anders geartet als diejenigen in Australien. Anstatt jener kompakten cumulus- und cumulo-nimbus-Wolken gibt es hier nur die flüchtigen Nimben. Doch diese Nimben bieten einen recht seltsamen Anblick. Die ganze Masse der Wolken zeichnet sich durch einen aschgrauen Farbton aus und durch eine mehr geschlossene Gestalt.

In unseren europäischen Gegenden treten sie fast nur in Begleitung der hochschwebenden Plattenwolken auf als Regenwolken, sonst aber nur als Nebelwolken, d. h. vor und nach dem Nebel. Hier beobachten wir sie auf den Fjeldern der Gebirge in einsamer Ruhe daliegend. Es kommt vor, daß unten im Tale und oben in den Bergen in gleicher Weise ein heftiger Sturm tobt, während die Nimbuswolken ruhig auf den

Schneefeldern liegen, als ginge sie das alles nichts an. Das kommt daher, weil sie im Schutze der Bergwände liegen, doch sieht das Bild seltsam genug aus.

Wir beobachten die Nimben auch wie sie unter einer dunklen Wolkenschicht dahinjagen und Ströme Regens entsenden. Wir können hier den Nebel beobachten, wie er dicht und dick aus dem Meere emporsteigt, wie er dunkel und schwer in der Luft über den Bergen und den Schneefeldern hängt. Wer übrigens einen Blick werfen will in die Märchen- und Sagenwelt Islands, dem empfehle ich die „Mystischen Novellen aus Island" von Thit Jensen (Verlag von A. Francke, Bern).

Das ganze Land ist übrigens arm an Baumwuchs, nicht wie in Australien aus Mangel an Feuchtigkeit, sondern wegen der furchtbaren Schnee- und Regenstürme, die besonders im nordischen Winter in Island wüten und tatsächlich an den freien Stellen alles kahlrasieren. — — —

Endlich also ist ein Sturmzyklon angesagt worden von der meteorologischen Station „Seydisfjord" (im Osten Islands). Wir halten uns etwa in der Höhe des „Hekla", des bedeutendsten Vulkans in Island, um uns möglichst unmittelbar der Gewalt des Schneesturmes auszusetzen, denn nur so dürfen wir hoffen, einen Begriff zu bekommen von einer wahren Zyklonenkraft.

Der Morgen war klar und bitter kalt die Nacht. Am Horizont liegen in der Luft ganz wagrecht feine

Dunststreifen, durch welche die aufgehende Sonne ganz purpurrot scheint. Am Vormittag erscheinen aus Südost feine Faserwolken, kleine, ganz parallele Streifen. Sie verleihen dem Himmel ein etwas silberweißes Aussehen neben dem tiefen Blau. Diese Faserwolken bilden langsam einen zusammenhängenden Schleier, der sich wieder bis zu einer bleigrauen Schicht verdichtet. Die Sonne ist nur noch als heller Punkt sichtbar.

Der aus Ost einsetzende Wind ist durchaus nicht heftig.

Gegen Mittag kommt eine sehr lockere, überaus weiche Nimbuswolke schnell auf uns zugeweht. Wie sie uns erreicht, fegt ein heftiger Windstoß daher, und wir befinden uns einen Augenblick in dichtestem Nebel, doch bald haben wir die Wolke in unserem Rücken. Weit hinten im Norden sehen wir das Eismeer in wildester Bewegung. Weiße Köpfe bewegen sich wie spielend dahin über der dunkelblauen Fläche. — Da naht schon eine neue Wolke — und wieder dichter Nebel um uns her. Dazwischen aber rast ein recht artiger Sturm heran aus Osten — und wir fühlen eine feine feuchte Staubmasse gegen das Gesicht peitschen. In einzelnen, doch immer häufigeren Stößen fegt es daher: eine feine Schneemasse. Bald ist die Luft derart mit Schnee durchsetzt, wütet der Sturm so furchtbar, daß man weder über drei Meter weit sehen, noch sich überhaupt aufrecht erhalten kann. Die Schneeflocken sind in ihrer Einzelheit nicht zu

unterscheiden: nur als Masse gewahrt man sie, doch — was sind das für Massen, die da heranwirbeln! Ein seidenartiges Rauschen erfüllt die Luft. Wir haben alle Hände voll zu tun, um die Gondel unseres Luftschiffes frei zu halten. Wer sich in einem solchen Schneesturm verirrt, der mag schwerlich heimkommen.

Die halbe Nacht hindurch dauert das Toben. Tiefe Schneewehen bilden sich überall und in ihnen fegt der Wind die seltsamsten Gestalten aus. Um 3 Uhr morgens klart der Himmel plötzlich auf; die schweren Schneewolken jagen in wilder Flucht davon — und der Wind spielt mit den lockeren Staubmassen. Indes strahlt ein funkelnder Sternenhimmel auf uns herab. — — —

Wir verlassen jetzt auch Island und begeben uns zurück nach Zentraleuropa. Dort herrscht jetzt Tauwetter, jenes für den Dezember und Februar so charakteristische Wetter. Eine buntgewürfelte Wolkenschicht von Ballen, Streifen, Fetzen usw. bewegt sich hier unter uns dahin, während über uns der Himmel klar ist. Wir senken uns bis eben unter diese Schicht. Ein feiner Dunst verschleiert die Luft und die Erde. Durch die Lücken dieser Bewölkung scheint die Sonne mit bleichen, gelblichweißen Strahlen, doch sind größere Lücken nicht vorhanden. Das Blau des Himmels schimmert hier nur schwach durch einen dichten Dunstschleier hindurch.

Gegen Mittag ist die Wolkenschicht am lichtesten; gegen Abend aber verdichtet sie sich bedeutend und

hüllt sich in Dunst ein. Nach und nach scheidet sich ein schwerer, dunkler Nebel aus der Luft aus. —

Am folgenden Morgen verdeckt eine ganz ähnliche Wolkenschicht den Himmel. Darunterhin bewegen sich langsam kleinere Nimbuswolken, aus denen feiner Regen tröpfelt. Dabei liegt ein dichter Dunst in der Luft.

Am Vormittag hört der Regen auf, und die Wolkenschicht bekommt ähnliche Lücken, wie gestern; auch heute legt sich vor sie ein feiner Dunstschleier. Doch kann man heute in diesem Schleier bestimmtere Formen erkennen: es ist nämlich eine feine Faserwolkenschicht, zwar dünn, aber durchweg zusammenhängend.

Die Plattenwolken zerreißen mehr und mehr und bewegen sich bald nur noch in einzelnen kleinen Ballen dahin. Durch den Wolkenschleier (cirro-stratus) scheint die Sonne matt und trübe hernieder. Der **cirro-stratus** verdickt sich im Laufe des Tages noch bedeutend und bildet endlich eine einfarbig graue Masse, die sich träge aus Westen bewegt. Der Wind weht schwach aus Süden.

Am Nachmittag erscheint plötzlich ein Fetzenwölkchen, dunkel, wässerig-grau. Es hat viele äußere Ähnlichkeit mit dem nimbus des Schneesturmes, doch unterscheidet es sich von diesem durch seinen lockeren Aufbau und seine dunkle Färbung. — Derweil setzt ein heftiger Wind aus Süden ein. Die Nimben nehmen bald an Zahl und Größe zu, und endlich beginnt ein

feiner Regen zu fallen. Leicht werden die Regentropfen dahergepeitscht vom Winde, der allmählich zum Sturme wird. In unendlich rasch aufeinander folgenden Stößen fegen die Regenmassen daher, bald so dicht, wie beim Schneesturm; allerdings können sie die Aussicht nicht ganz so stark verhindern, wie Schneemassen.

In kurzer Zeit tritt jener eigenartige Zustand ein, wo alles leckt, klatscht, von Wasser trieft, wackelt, flattert usw.; alles ist in Aufruhr und — grundlos werden die Wege. — Das ist ein „Regensturm". Dieser hält bis zirka 2 Uhr in der Nacht an; dann wird die Luft wieder ruhiger. Die Nimben werden massiver, die Tropfen infolgedessen größer. Am folgenden Morgen weht der Wind schwach aus West, und eine dunkle Wolkenschicht bedeckt den Himmel. Darunter hin bewegen sich noch immer kompakte Nimbuswolken, etwa wie am ersten Morgen nach unserem Reiseantritt. — — —

Der März ist ein überaus eigenartiger Monat. Nachdem der Februar mit seinem Tauwetter einen großen Teil des im Januar gefallenen Schnees geschmolzen hat, bringt der März noch sehr oft eine recht empfindliche Kälte, die allerdings einen etwas anderen Ursprung hat, als die des Januar. Im Januar nämlich liegt unsere Kältequelle mehr im Nordosten und im Osten. Im März dagegen beginnt das südliche Rußland unter dem Einfluß der stärkeren Sonnenstrahlung sich schon verhältnismäßig stark zu

erwärmen, so daß unsere Kältequelle mehr nach Norden und Nordwesten verlegt wird. Dazu pflegt im März der hohe Luftdruck, der im ganzen Winter im Südwesten und Westen gebannt lag (durch die Sturmzyklone), sich weit nach Norden zu verlagern, nach Island, und somit die nördlichen und nordwestlichen Luftströmungen zu begünstigen. Und dieses Märzwetter mit seinen Nordwinden bringt einen ganz besonderen Wettertypus mit sich: Das ist das Graupelschauerwetter.

Eine „Zyklone“ ist im Nordmeere vorübergezogen und macht nun im nördlichen Rußland Station. Von dort aus sendet sie einen Ausläufer nach Zentraleuropa, und ein bei Island erschienenes „Hoch“ sendet uns nördliche Winde und eine eisige Kälte zu.

Eine sternenklare Nacht folgt auf einen warmen, regnerischen, stürmischen Tag. Am Abend dreht der Westwind nach Nordwest und nach Norden. Die Temperatur sinkt rasch, und der Regen geht in dichten Schneefall über. Doch schon um Mitternacht klart der Himmel völlig auf, und ein strenger Frost stellt sich ein.

Der Morgen steigt aus den schichtartig über der Erde liegenden Dunstmassen empor — frisch und klar. Eine dünne Eisschicht bedeckt überall den Boden; hier und da ist noch etwas ungeschmolzener Schnee zu erkennen mit feiner Glasur bedeckt.

Die Sonne geht auf und treibt die Temperatur in die Höhe. Da sehen wir wieder eine von unseren

altbekannten cumulus-Wölkchen. Eine ganze Reihe schließt sich alsbald an das erste an und bildet eine zusammenhängende Masse. Es entstehen noch weitere Wolkenreihen, die da beständig nach oben und nach den Seiten zu wachsen — bis zu hohen Gebirgsmassen. An ihrer Unterseite erscheinen plötzlich lang herabhängende, gelblichweiße Streifen. Wie nun eine solche Wolkenbank über uns hinwegzieht, fallen viele kleine, runde Schneekörper mit schwach kristallinischer Struktur. Das sind die sogenannten „Graupeln" oder auch „Graupen", ein Mittelding zwischen der Schneeflocke und dem Hagelkorn. Dieses entsteht auf folgende Weise: Aus den Eiswolken hoch oben fallen kleine Schneekügelchen. Sie kommen durch eine dichte Haufenwolkenmasse, und hier kristallisiert sich an sie eine dicke Eisschicht von unterkalteten Nebeltröpfchen an, ganz klares Eis. Nun fallen diese schweren Körper schnell zu Boden — als Hagelkörner. Die Graupeln entstehen ähnlich: Einige besonders schwere Eiskörperchen in einer Haufenwolke senken sich. Unterwegs kristallisieren sich die kleinen Nebelkörperchen langsam, doch in großer Menge an sie an und bilden einen dichten, kristallinischen Überzug. An der Erde kommen die Körper dann als Graupeln an. Über die Entstehung der Schneeflocken habe ich schon gesprochen. Die Graupelkörner erfordern zu ihrer Entstehung in der Wolke eine erheblich strengere Kälte als die Hagelschlossen; daher erscheint bei den Graupeln auch die Eismasse in feiner kristal-

linischer Gestalt. Die größte Kälte muß für die Schneeflocken vorausgesetzt werden, damit sich die Wasserteilchen zu solchen Sternchen zusammenpressen können.

Die Haufenwolkenmassen haben sich am nördlichen Horizont dicht zusammengelagert. Eine dichte, dichte Fasermasse setzt daselbst ganz urplötzlich ein. Langsam zieht diese Wolkenmasse näher; nur den vorderen Rand der Faserschicht kann man sehen; die übrigen Teile dieser Schicht werden vom cumulus verdeckt. Endlich sieht man am Horizont eine einfarbige, graugelbe Masse. Immer näher kommt die Wolkenbank. In der Ferne verschwinden Wälder, Häuser, Hecken usw. in einer dichten, weißen Masse, die stetig näher rückt.

Da endlich fegt an unserem Wolkenschiff die erste Graupelmasse vorbei: es ist ein hoch oben von den Wolken bis hinab zur Erde hängendes Band. Noch eins, viele auf einmal folgen — und eine undurchdringlich dichte Schneemasse peitscht an uns vorüber. Wir wähnen uns fast auf einem Bergplateau Islands im Schneesturm.

Etwa eine Viertelstunde dauert der Schneefall: da sehen wir durch die schwebenden Schneemassen einen mächtigen Wolkenkopf. Allmählich lichten sich immer mehr die Schneemassen, und eine Wolkenbank, die in weite, wilde Faserschweifen ausläuft, zieht langsam ab. Am Horizont sehen wir schon eine neue, ähnliche Wolkenbank. Vor ihr her bewegen sich einzelne zerfetzte Haufenwolken.

Dies Wetter hält mehrere Tage hindurch an. An jedem Morgen ist die Erde hart gefroren, und es liegt eine dünne Schneedecke. Am Tage gehen dann drei bis vier dichte Schauern nieder, doch die Sonnenstrahlen schmelzen an den freien Stellen die Schneemassen stets hinweg. Nur im Schatten bleibt einiger Schnee bis zum Abend liegen. Am Abend jedoch, nach Sonnenuntergang, wenn der Frost wieder begonnen, dann bedeckt eine dichte Schauer den Boden wieder allgemein.

Die Schauern finden ihre Erklärung ähnlich wie die Gewitter. Nur wird eine nicht zu hohe Temperatur vorausgesetzt und auch ein frischer Wind. Infolge der Sonnenstrahlen bilden sich Aufströme und Wolkenmassen. Diese verdichten sich bald so stark, daß Graupelkörner zur Entstehung gelangen. Diese sind auch für den Aufstrom zu schwer und fallen daher sofort herab. Die Wolkenmasse „graupelt“ sich an ihrer Rückseite schnell ab, bildet sich an ihrer Vorderseite immer weiter und pflanzt sich fort. Sobald nun im Rücken einer Wolkenbank die Sonnenstrahlung wieder neu einsetzt, beginnt auch wieder neue Wolkenbildung und neue Schauern folgen, bis zum Abend, wo die Sonne, die Urheberin des Niederschlages, untergeht. Alsdann klart der Himmel völlig auf.

Wir verlassen jetzt jene Luftschicht, in der wir so vieles erlebt und beobachtet haben — und in der ja in der Tat die meisten Wettererscheinungen sich abspielen — und steigen nunmehr tatsächlich „ins

Blaue hinein". In einer Höhe von zehn Kilometern machen wir Halt.

Wir wollen hier den Federwolken einen Besuch abstatten, die sonst keinem Menschen zugänglich sind, auch nicht mit den besten Luftfahrzeugen. Man muß schon, um sie zu erreichen, sein Gewicht ablegen, seinen Körper zurücklassen und wie wir auf den Pfaden der Phantasie emporsteigen.

Da rudern schon solche Gebilde zu uns heran. Äußerst seltsam nehmen sie sich in solcher Nähe aus. Die „feinen, dünnen Fasern" — was sind das für Fangarme! Wir verschwinden mit unserem ganzen Ballon in einer einzigen solchen Faser! Dichte kristallinische Massen umhüllen uns, und leicht haftet der Schnee an der Ballonhülle, an allen Gegenständen. — Man kann mit seinen Blicken die langen, ungeheuren Fasern kaum bis zu ihrem Ende verfolgen; sie bewegen sich übrigens sehr schnell... Es ist wie ein Gaukelspiel, eine ganz unmögliche Welt. —

Wir steigen jetzt ins Unendliche hinein — immer höher und höher bis 50, bis 52—53 Kilometer Höhe. Die Erde scheint hier nur noch wie ein größerer Stern. Eine „Luft" verspüren wir kaum noch, und ebenfalls kommt uns die Kälte kaum noch zum Bewußtsein.

Und hier treffen wir die höchsten, unserem menschlichen Auge zugänglichen Wolken an. In ihrer Gestalt sind sie den Federwolken gleich. Doch sie sind noch viel mächtiger als jene.

Zu Beginn der Nächte, lange nach Sonnen-

untergang, wenn schon alle Wolken, selbst die gewöhnlichen Federwolken, dunkel sind, dann leuchten diese Wolken noch immer in abendroten Strahlen — Laien und Gelehrte beobachten sie und -- nun, alsbald sind sie dann in die Klasse der „leuchtenden“ Nachtwolken eingereiht! — — —*)

6. Kapitel.

Letztes und Ergänzendes.

Wir haben jetzt eine Reihe von Gesetzen kennen gelernt, nach denen sich die Wolken formen und haben auf der Reise auch mancherlei Einzelheiten zu sehen bekommen. Wenn du dich nun befriedigt fühlst, so bitte ich dich, das Buch zu schließen. Hast du aber Interesse gewonnen am Gegenstande und möchtest gern noch weiteres hören, so will ich dir noch etwas erzählen von den Verwandlungen, der Metamorphose der Wolken und von ihren Bewegungen.

Beobachten wir einmal eine Nimbuswolke oder besser eine Cumuluswolke, so finden wir, daß ihre einzelnen Teile in starker Bewegung begriffen sind. Daher verändert eine Wolke in jedem Augenblicke ihre Gestalt. Man sagt: sie macht eine „Metamorphose“

---

*) Diese Wolken bestehen übrigens aus leuchtenden Gasen, die bei Vulkanausbrüchen hoch in die Atmosphäre emporgeschleudert werden und jahrelang noch sichtbar bleiben. Sie sind allerdings stets an Vulkanausbrüche gebunden, treten aber auch dann nicht immer auf, weil die Gase nicht immer bei Eruptionen entstehen oder vorhanden sind.

durch. Es gibt nun mehrere Arten von solcher Metamorphose. Die Gestalt der Wolken ist, wie wir sahen, von verschiedenen Umständen abhängig, nämlich von der Luftfeuchtigkeit und den Luftströmungen, der Lufttemperatur und Luftdruckverteilung und endlich von den Bodenverhältnissen. Im ganzen aber kann man drei Arten der Metamorphose unterscheiden. Das ist 1. die räumliche (lokale), 2. die zeitliche (temporale) und 3. die spezielle, die sich im ganzen Wetterverlauf ergibt, wie wir noch sehen werden.



Fig. 15. **Alto-cumulus castellatus.**

Stelle dir vor, über der norddeutschen Tiefebene entsteht eine gewisse Cumuluswolke, oder noch besser ein Gewitter. Es zieht langsam nach Norden und kommt endlich an die Ostsee. Nun zieht es über die Meeresfläche hinaus: da ändern sich plötzlich die ganzen Luft- und Bodenverhältnisse völlig. Über dem Lande bildete sich das Gewitter noch schnell weiter, da der Boden sich erhitzte und die Luft emportrieb. Das Meer aber erwärmt sich auch bei der stärksten Sonnenstrahlung nur schwach, also bildet sich hier auch keine Aufwärtsbewegung der Luft. Die Folge ist, daß das Gewitter einfach zufällt. Etwas Ähnliches ist es auch, wenn ein Gewitter in eine trockene Gegend, etwa in eine Wüste gerät. Da ist wieder zu

wenig Feuchtigkeit vorhanden, als daß überhaupt Wolken entstehen könnten. Die Folge ist ebenfalls die Auflösung des Gewitters; höchstens erhält sich wie in Australien in der Kühle der Nacht eine schwache Bewölkung, der Sitz der „trockenen“ Gewitter. Nur ein Umstand, den ich noch erörtern werde, kann einem Gewitter über solche Hindernisse hinweghelfen.

Der alto-cumulus castellatus entsteht ähnlich: eine flache Wolkenschicht erhält durch aufsteigende Luftströme an manchen Stellen Wölbungen an der Oberseite.

Alle diese Wolkenverwandlungen sind von der Art und Beschaffenheit des Bodens abhängig; sie werden infolgedessen unter dem Namen „lokale Metamorphose“ vereinigt. Im Jahre 1910 im Frühjahr erlebten wir Nordländer ein interessantes Beispiel der lokalen Metamorphose. Nach einer sehr trockenen Periode im Mai stellte sich im westlichen Europa ein flaches „Tief“ ein. Dadurch wurden die Strahlungsaufströme bedeutend verstärkt, und in der norddeutschen Tiefebene traten wiederholt Gewitter auf. Diese zogen durch ganz Norddeutschland. Sobald sie aber über Hamburg hinauszogen, wurde der Boden unter ihnen derartig trocken, daß sie sich alsbald auflösten. Von Kiel aus, wo ich mich damals aufhielt, konnte man dann nur noch am Horizont im Süden die mächtigen Wolkenschweife der Gewitter sehen, doch kamen sie nie näher heran. Höchstens einzelne Cirruswolken erreichten noch die Nordsee. —

Weiter sprach ich von einer temporalen Metamorphose, d. h. derjenigen, die sich an bestimmte Zeitabschnitte knüpft.

Was verändert sich nun in bestimmten Zeitabschnitten? Nun, das ist einerseits die Lufttemperatur und andererseits die Luftfeuchtigkeit. Und damit ist denn auch die Art der temporalen Metamorphose von vornherein bestimmt. Wir wissen: Je allgemeiner und höher die Luftfeuchtigkeit, um so unbestimmter ist auch in ihren Umrissen die Bewölkung. Bei heißer, trockener Luft können nur äußerst heftige Aufströme und nur in ganz bestimmten Grenzen eine Wolkenbildung zustande bringen, und somit erscheinen dann ganz scharf umrissene Wolken. Dasselbe gilt von hoher und tiefer Temperatur. Ist die Luft warm, so ist sie auch mehr oder weniger trocken, da sich dann ja mehr Feuchtigkeitsmoleküle an die Luftteilchen anschließen können und somit gar nicht zur Geltung kommen. Und so ist denn die Bewölkung am Tage eine ganz andere als in der Nacht (ausgenommen höchstens im Sommer in heißen Nächten vor nächtlichen Gewittern) und im Sommer völlig anders als im Winter. Das ist die temporale Metamorphose der Wolken, ihre Entwicklung im Laufe des Tages und des Jahres.

Von anderer Art ist hingegen die spezielle Metamorphose. Sie ist nämlich nicht an bestimmte Zeiten gebunden und auch nicht an bestimmte Bodenverhältnisse. Wir haben es hier mit dem Auftreten jener

Zentren hohen oder tiefen Luftdrucks zu tun. Vom Zustand der Luft in diesen Zentren habe ich schon erzählt, doch noch nicht von ihrem eigentlichen Entstehen.

Am leichtesten ist dies bei den Hochdruckgebieten zu verstehen. Sie entwickeln sich nämlich im Winter über den Festlandmassen, da hier dann die größte Kälte herrscht, die Luft sich daher am meisten verdichtet. Im Sommer dagegen liegt die schwerere Luft über den Meeren, weil im Sommer die Luft über den Meeren kälter ist als über dem heißen Lande.

Nun aber die Zyklonen! Wir erfuhren, daß sie hauptsächlich in den Gegenden des Nordmeeres entstehen. Das ist doch aber ganz unverständlich! Weshalb treten sie denn nicht etwa in den Meeren des Äquators auf, wo doch warme und feuchte Luft zugleich vorhanden ist (was, wie wir hörten, die Bildung tiefen Luftdrucks besonders begünstigt)? Nun, im Süden sind eben die Ländermassen heißer als das Meer, so daß hier doch wieder die Luft noch dichter ist. Im Norden dagegen, wo wir die großen Gegensätze haben zwischen Meer- und Landtemperatur, ist die Entstehung besonders intensiver Zyklonen also doch wieder möglich. Hier konzentriert sich besonders über den Festländern die Luftmasse, während sie sich über den Meeren verdünnt — irgendwo müssen doch die Luftmassen herkommen, die da über den Kontinenten zusammenströmen.

Es bildet sich also ein festumgrenztes Gebiet, in

dem die Luft leichter ist als in der Umgebung. Sie steigt empor und sondert Wasserdampf aus. Dabei aber wird diejenige Wärme, die zur Verdunstung des Wasserdampfes nötig war, wieder frei und speist die Luft mit stets erneuter Energiemenge, die nunmehr die gesamte innere Gewalt der Zyklone ausmacht. Während sich dieser Zustand herstellt, strebt schon die Atmosphäre die Luftgegensätze auszugleichen und es entsteht ein heftiger Sturm. Nun bildet sich das Zyklonenzentrum aber keineswegs gleichmäßig aus, weil auch Land und Wasser nicht gleichmäßig verteilt sind. Irgendwo (und zwar geschieht dies mit Vorliebe im Golf von Mexiko und im Westen von Grönland) bildet sich eine besonders intensive Luftverdünnung, entstehen starke Luftdruckgegensätze, und hier stürmt dann der Wind am heftigsten. An andern Stellen (nämlich dem Atlantischen Ozean zu, wo die Ländermassen weiter auseinander liegen) bilden sich verhältnismäßig geringe Luftdruckgegensätze, und hier stürmt der Wind dann auch weniger stark. Nun werden sich die Gegensätze, wie man leicht einsieht, am ehesten dort ausgleichen, wo es am heftigsten stürmt. Somit verschiebt sich auch das Zentrum der Zyklone immer weiter, bis das ganze Gebiet, welches sich dazu eignet, durchwandert ist; alsdann löst sich die Bewegung auf. Der ungleichmäßigen Länderverteilung entsprechend wird die Zyklone (auch der Zyklon genannt) in weiterem Umkreise auch keine kreisrunde Gestalt annehmen, sondern wird allerlei Ausbuchtungen aufweisen. Diese

nennt man Ausläufer der Zyklone oder Teildepressionen. Der Wind weht nicht gerade ins Zentrum der Zyklone hinein, sondern schräge, weil die Luft der Achsenbewegung der Erde nicht vollkommen folgen kann: Das Zyklonalzentrum muß sich mit der Erde bewegen, weil es ja von der Erdbeschaffenheit abhängt, aber die Luft kann dieser Bewegung nur teilweise folgen, und daher fließt sie schräge ins Zentrum, welches somit eine Art Windwirbel auslöst. Weil nun die Winde sozusagen das Zentrum umkreisen, so werden die Ausläufer der Depression mitgeführt und umkreisen ebenfalls das Zentrum. Auf der nördlichen Erdhälfte werden die Winde stets nach rechts, auf der südlichen dagegen nach links abgelenkt, eine Erscheinung, die überaus kompliziert zu erklären ist, weshalb wir uns auch die Erklärung erübrigen wollen. Die Bildung und Bewegung der Hochdruckgebiete erklärt sich ähnlich. Da werden die Winde ebenso wie beim „Tief" nach rechts bezw. nach links abgelenkt. Diese Angaben „rechts" und „links" gelten für den, dem der Wind im Rücken „steht", d. h. der den geringen Luftdruck vor sich hat. Die Lage solcher Luftdruckzentren erkennt man übrigens an der Gestalt der Linien, mit denen man auf der Karte Orte mit gleichem Barometerstande (gleichem Luftdruck) verbindet. Solche Linien müssen, wie leicht zu verstehen, die Luftdruckzentren ringförmig umgeben, die Ausläufer in der Gestalt von langen Zungen und Ausbuchtungen andeuten.

Und diese Zyklonen und Antizyklonen führen in ihrem Wechsel die spezielle Metamorphose der Wolken herbei. Im Hochdruckgebiet bildet und formt sich die Bewölkung anders als in der Zyklone. Eine spezielle Metamorphose kommt auch beim Gewitter vor: Nach

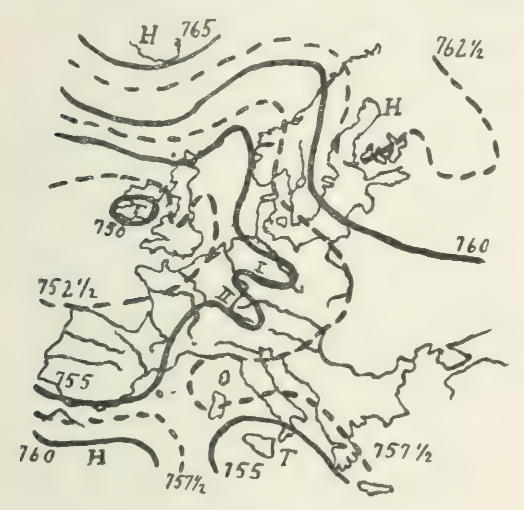


Fig. 16.
Wetterkarte vom 14. Mai 1911 8 Uhr V.
H = Hochdruck-, T = Tiefdruckgebiet.
I und II sind die beiden Gewitterkeile.

dem Gewitter ist die Bewölkung ganz anders als vor dem Gewitter, da während dessen die Luft stark mit Feuchtigkeit durchsetzt wird. Auch beim Graupelschauerwetter entwickelt sich eine Art solcher Metamorphose, da sich die einzelnen Schauern erst nach- oder vielleicht sogar auseinander entwickeln. Doch

kommen wir hier schon wieder zur lokalen Metamorphose. —

Über die Bewegung der Wolken haben wir ebenfalls schon manches gehört. Die Nimben, die Plattenwolken zumeist und die Federwolken bewegen sich mit dem Winde. Anders ist es dagegen mit den Cumuluswolken und allen verwandten Formen. Die bewegen sich bisweilen sogar ohne eine Windbewegung (Hauptbeispiel: das Gewitter). Wenn über großen, weiten Gebieten die Sonne herniederbrennt, so bildet sich zuerst an solchem Punkte oder solchen Punkten ein Gewitter, wo die Bedingungen für sein Entstehen am günstigsten sind (gut feuchter Boden und geschützte Lage usw.). Dann erst pflanzt sich die Aufwärtsbewegung und Wolkenbildung immer weiter fort und somit auch das Gewitter. Wo dieses zuerst entstand und ausbrach, da regnet auch die Wolkendecke zuerst ab, und so schreitet die Gewitterfront über das Land dahin. Cumuluswolken bewegen sich meist so dahin, daß jene Lücken, durch welche die Aufströme drangen, sich mit einem leichten Winde verschieben, wodurch dann auch die Wolken mitgeführt werden; sobald Wind hinzukommt, werden die cumulus-Wolken locker und zerfetzt.

Dies ist die Fortbewegung bei den gewöhnlichen Wärmegewittern, die ganz von der Beschaffenheit des Bodens abhängen und sich auflösen, sobald ihnen ein Hindernis entgegentritt. Nun gibt es noch zwei andere Arten von Gewittern, nämlich die Wirbel- und

die Zyklonalgewitter. Jene treten in Randdepressionen auf und gleichen den Wärmegewittern völlig an Gestalt und Auftreten, setzen auch eine längere Wärmeperiode voraus, so daß die immerhin schwache Energie des Aufstromes in der Teildepression schon genügende Wärmeenergie vorfindet, um ein Gewitter zur Entstehung zu bringen. Die Wirbelgewitter sind nicht in dem Maße an Lokalitäten gebunden wie die reinen Wärmegewitter, sondern überschreiten vermöge der Depressionskraft gegebenenfalls auch einen schmalen Meerbusen, ja auch das offene Meer. Auf ähnliche Weise gelangen die Gewitter auch ins Innere von Australien. Dieser Fall tritt aber nur alle zehn Jahre ein, weil solche intensiven Depressionszungen eben nur selten auf dem hierfür vorgeschriebenen Wege Australien durchqueren. Es kann nämlich nicht jede Depressionszunge Gewitter hervorrufen, besonders im heißen, trockenen Australien. Es müssen weit ausholende, tiefe und scharf einschneidende Keile sein. Diese Keile, die sich in der oben angedeuteten Weise um das Wirbelzentrum bewegen, führen dann in ihrem Verlaufe, ihrer „Tragrinne“, ein Gewitter mit weiter Front mit sich. Die nebenstehende Wetterkarte zeigt zwei solche Depressionszungen, die am 14. Mai 1910 zwei aufeinanderfolgende weitausholende Gewitterzüge durch fast ganz West- und Norddeutschland wandern ließen. Die beiden Ausläufer sind in der Figur mit „I“ und „II“ bezeichnet. Sie bewegen sich nordostwärts. Die dazwischen liegende Zunge hohen Luftdrucks veranlaßte

zwischen den Gewittern völliges Aufklaren. Diese Depressionsausläufer bilden auch für die Wettervorhersage eine wichtige Handhabe. Wenn man auf der Morgenwetterkarte solche Randdepressionen sieht, so kann man mit einiger Sicherheit bestimmen, ob und zu welcher Tageszeit Gewitter auftreten werden, wenn die Hauptbedingungen: heiße, schwache Landwinde und voraufgegangene Hitze, erfüllt wurden.

Nun darfst du nicht glauben, daß die Wärmegewitter ohne Depression entstehen: Das widerspräche ja der Erklärung für die Entstehung der Gewitter überhaupt. Aber hier bildet sich direkt infolge der Sonnenstrahlung eine eigene, zentrale Depression, die allerdings auf den öffentlichen Wetterkarten meist nicht hervortreten kann, eben weil das Stationennetz noch viel zu weitmaschig ist, um die Beobachtung solcher geringer Unebenheiten im Luftdruckfelde zu gestatten, und auch, weil dem Wetterdienstleiter, der die Karten anfertigen muß, viel zu wenig Zeit gelassen wird, um allzufeine Feinheiten anzugeben (die Wetterkarten müssen nämlich in einer Zeit von kaum zwei Stunden gezeichnet und in so und so vielen tausend Exemplaren gedruckt werden!). Sobald aber ein Gewitter ausbricht, beobachtet man in jedem Falle niedrigen Barometerstand.

Die Zyklonalgewitter endlich treten im Zentrum einer Zyklone auf (*ohne* Rücksicht auf Temperatur, Bodenbeschaffenheit und Jahreszeit). Die Vorbedingung ist eine besonders intensive Aufströmung

im Zyklonalzentrum, wodurch dunkle Wolken und starker Regen entstehen und starke elektrische Ladungen. Dann zuckt, während der Wind — auf der Südwestseite der Zyklone — plötzlich von Südwest nach Nordwest umspringt, in den Wolkenmassen ein grünlich-weißer Blitz auf, und lauter Donner rollt. Die Erscheinung wiederholt sich einigemal, und alsdann läßt der Regen nach, hellt der Himmel auf. Darauf folgt je nach der Intensität und der Schnelligkeit der Depression eine Reihe von 2—3 Schauern in Zwischenzeiten von zirka ½—1 Stunde. Allmählich lassen dann die Niederschläge an Dichtigkeit nach und endlich klart der Himmel ganz auf.

Über die Beziehungen zwischen Wolken und Niederschlag habe ich gleichfalls manches gesagt. Aus kompakten Wolken fällt entweder mäßig dichter, aber großtropfiger, oder sehr dichter, feintropfiger Niederschlag, je nach dem Vorhandensein starker oder schwächerer Aufströme. Aus den einfachen, flachen Plattenwolken fällt nie Regen oder Schnee (ausgenommen höchstens im Winter).

Nun noch etwas über die elektrischen Entladungen der Gewitter. Erinnern wir uns: Die Luft in den höchsten Höhen bis hinab zu 4000 Meter Höhe war positiv elektrisch, die entstehenden Wolken aber sind negativ geladen. Bei einem gewöhnlichen, nicht strengen Gewitter kann also die Wolkenelektrizität nicht zur Erde hin entladen werden, da auch diese negativ elektrisch geladen ist. In solchen Gewittern aber ist

nur jener Teil, wo die stärkste Reibung der Elemente vor sich geht, nämlich da, wo der Platzregen niedergeht, negative Elektrizität vorhanden. Die Ränder des Gewitters dagegen nehmen mehrenteils die positive Ladung der Luft an. So kommen denn bei nicht strengen Gewittern nur Entladungen zwischen den Rändern und dem Zentrum oder höchstens auch zwischen den nicht oder schwach und den stark regnenden Teilen zustande!

In strengen Gewittern dagegen überwiegt die negative Ladung so stark, daß im Erdboden positive Elektrizität ausgelöst wird — natürlich nur unter dem Gewitter. Also nur in strengen Gewittern entladen sich die Blitze zur Erde hin. Umfang und Dauer des Gewitters kommen durchaus nicht in Betracht. Lange andauernde Gewitter sind sogar oft wenig heftig. —

Und nun will ich dir, geneigter Leser, noch einige Winke geben für die Beobachtung der Wolken. Du mußt nämlich nun versuchen, ob du auch das, was ich dir hier erzählte, bestätigen kannst, denn sonst könnte ich mir kaum versprechen, dir irgend welchen Nutzen gebracht zu haben.

Also: du mußt zunächst einige Mühen nicht scheuen. Du mußt, wenn dir daran liegt, viel zu sehen, auch einmal einen weiten Spaziergang unternehmen und dir nichts daraus machen, wenn dein Gummimantel einmal von außen etwas befeuchtet wird. Du kannst dich ja übrigens während des starken Regengusses

unter einem Schutzdach aufstellen, von wo aus man den Verlauf der Blitze usw. gut verfolgen kann. Bei schwachem Regen aber empfiehlt es sich, doch draußen zu stehen, denn die Erscheinungen, die sich bei der Regenbildung abspielen — wenn sich unter einer Wolkendecke allmählich Wölbungen, Streifungen abheben, reißen und endlich als Regenfäden herabhängen, die zuerst noch so klare Wolkenbildung verschleiern, wenn im Rücken des Gewitters die Bewölkung allmählich schwindet — bis endlich die Sonne durch die reine Luft in voller Pracht scheint, und in der Ferne die Dunkelheit des Gewitters, wo es noch fortwährend leuchtet, noch dunkler erscheinen läßt — die Erscheinungen lassen sich eben nur im Freien beobachten, wo man den ganzen Himmel vor sich hat.

Du mußt den Schneesturm beobachten — noch bevor er beginnt, genau auf die Farbe der Wolken und ihre Bewegungen achten, die Schneewehen an Häuserecken, Steinen, Büschen, Hecken beobachten und den Wind, der sie formt. Nur wenn man sich ihrer unmittelbaren Gewalt aussetzt, kann man sie ahnen, die Seele der Natur. Nur der, der in jeder Wolke ein Rätsel sieht, vermag auch hinter dies Rätsel zu kommen!

Anhang.

Ich will jetzt noch in aller Kürze von den außergewöhnlichen Wettererscheinungen sprechen. Unter „Wetter“ verstehen wir im allgemeinen die Erscheinungen, die durch Störungen des Gleichgewichtszustandes der Atmosphäre ihre Erklärungen finden. Jeder Wind, der da weht, jede Wolke, die entsteht, ist Zeichen von einer Ungleichmäßigkeit und Störung. Je nach der Tragweite der Störung sind natürlich auch die Wettererscheinungen heftig oder sanft. Aber es findet doch bei aller scheinbaren Ungesetzmäßigkeit ein steter Ausgleich statt. Sturm und Gewitter wechselt mit Windstille und Sonnenschein. Wenn sich aber dann die Energie der Atmosphäre gesammelt hat, so muß sie hervor: Es muß irgend etwas Großartiges geschehen, was es auch sei. Und da spielen sich dann die sogenannten Wetterphänomene ab, von denen man so oft in Zeitungen liest, und deren auch du wohl schon manches mit eigenen Augen beobachtet hast. Hierher gehören besonders strenge Gewitter, furchtbare Wirbelstürme usw. Diese Erscheinungen ergeben

sich alle aus einer besonders intensiven Ansammlung von Energie. Nun gibt es aber noch andere Phänomene, die einer besonderen unregelmäßigen Eigenart im Zustande der Atmosphäre entsprechen. Wir wollen uns hier nur mit jenen beschäftigen.

1. Der Tornado.

Darunter versteht man einen heftigen Sturm, der unmittelbar vor einem Gewitter aus der Richtung der Wolkenbank losbricht. Der Tornado ist nicht nur ein amerikanisches Phänomen, sondern kommt auch bei uns, ja überall vor, wo es Gewitter gibt. Er entsteht auf folgende Weise: Wenn der Regen den Widerstand der Luft überwunden hat, so bricht er plötzlich mit seiner gesamten Macht hervor und stürzt zur Erde. Dadurch aber übt er auf die Luft einen bedeutsamen Druck aus, so daß diese hinabgepreßt wird und seitwärts entweichen muß. In das Gewitter hinein ist das Entweichen nicht möglich, und so stürmt die ganze Luftmasse ganz plötzlich nach vorn. Sobald sie weit aus dem Bereiche des Gewitters herausgelangt ist, steigt sie — der allgemeinen Luftbewegung folgend — empor und kehrt hoch oben zum Gewitter zurück. Der Tornado ist also eine regelrechte Wirbelbewegung. Oft wird dabei viel Staub aufgewühlt, und es sieht aus wie eine wagerecht heranwälzende Walze. Welche Zerstörungskraft dem Gewittersturme innewohnt, ist dir wohl hinlänglich bekannt.

2. Die Trombe.

Eine Trombe ist, wie gewiß auch du weißt, ein langer, dunkler Schlauch, der aus den Wolken herabhängt und lebhafte Wirbelbewegungen ausführt. Eine Trombe ist eine dem Tornado sehr verwandte Erscheinung; sie hat mit ihm die schlauchartige Wirbelbewegung gemein, nur daß diese beim Tornado wagerecht, bei der Trombe senkrecht ist. Der Tornado ist, wie wir gesehen haben, durchaus keine selbständige Erscheinung, sondern tritt erst im Gefolge eines Gewitters auf; das ist auch bei der Trombe der Fall: auch sie ist gebunden an einen Wirbelsturm oder ein Gewitter. In den Wolken ist auf irgend eine Weise ein zäher Windstoß nach vorn entstanden, und dadurch bildet sich an der Flanke des Luftstromes eine trichterförmige Wirbelbewegung der Luft, was man an dem trichterartigen Auswuchse der Wolkenmasse nach unten erkennen kann. Diese Wirbelbewegungen in der Luft, wie überhaupt in irgend einem Gase oder einer Flüssigkeit können, wie man festgestellt hat, sich nur erhalten, wenn es ihnen möglich ist, sich bis zur Grenze dieses fließenden Stoffes auszudehnen. Diese Wirbelbewegung der Luft- und Wolkenmassen ist also bestrebt, sich bis zur nächsten faßbaren Grenze der Atmosphäre, d. i. bis zum Erdboden auszudehnen. Und so senkt sich der Wolkenschlauch ganz bis zum Erdboden, woselbst er oft eine kleine Biegung zur Seite aufweist. Schreitet die Trombe über eine Wasserfläche

dahin, so wird sie zur Wasserhose: Die Wassermassen werden emporgeschleudert und bilden eine stehende, wirbelnde Wassersäule. Zerschneidet man sie, so suchen sich die Enden der Säule wiederzugewinnen und vereinigen sich endlich, da nur die aus einem Stücke bestehende Wasserhose fortbestehen kann. Endlich aber, wenn die Wirbelbewegung in den Wolken erlischt, zerfällt auch die Trombe, und ein heftiger Platzregen entlädt sich.

3. Nordlicht.

Das ist eine eigenartige Lichterscheinung in der Atmosphäre, die bald in der Gestalt von weiten, mächtigen, scheinbar von einem Punkte über den Himmel dahinschießenden Strahlen auftritt, bald als ein vielfach gewundenes Licht — fast wie der cirro-stratus implexus — sichtbar wird. Man sieht darin den stillschweigenden Ausgleich der beiden entgegengesetzten Elektrizitäten im Erdboden und in der Atmosphäre. Die positive Elektrizität der Atmosphäre fließt in Form dieser Glimmerscheinungen in die der Erde über. Ob diese Erklärung zutrifft, vermag ich nicht zu entscheiden; jedenfalls bedarf die Theorie einer bedeutenden Vervollkommnung.

4. Der Kugelblitz.

Darunter verstehen wir eine Art von Blitzen, die im Gegensatz zu den gewöhnlichen Blitzen sich nur langsam bewegen und die Gestalt kleiner Flammen-

bälle annehmen. Diese Bälle sind verschieden gefärbt, lila, rötlich, bläulich usw. Sie haben die Eigenheit, daß sie, wenn sie auf eine massive Wand treffen, etwa auf den Fußboden, wie Bälle elastisch auf und ab hüpfen; sie schmelzen Metallgegenstände, doch nur an den Berührungsstellen. Sie zerplatzen entweder mit einem Knall, oder verschwinden geräuschlos. Die Kugelblitze sind der Wissenschaft ein ungelöstes Rätsel. Gockel glaubt in einer großen Anzahl von Fällen optische Täuschung annehmen zu müssen, indem das Auge durch einen Blitz geblendet solche Lichterscheinungen zu sehen glaubt.

Auf alle Fälle scheint der Kugelblitz eine Übergangserscheinung zwischen dem Funkenblitze und einer langsamen, stillen Entladung zu sein. Die Luft ist nicht immer gleich gut leitend für Elektrizität, d. h. diese gelangt nicht immer gleich unangefochten durch die Luft. Ist die Luft wenig „leitend", so kommt sie beim Überspringen der elektrischen Kraft zum grellsten Aufglühen; ist sie dagegen besser leitend, so gehen die Ausgleichungen der Elektrizität in Form von schwachem Glühen vor sich. Im ersten Falle springt eine in sich abgeschlossene Menge Elektrizität über, im letzteren Falle dagegen gehen durch die Luft unendlich viele feine Ströme. Dazwischen würde also der Kugelblitz einen Übergang bilden. Gewöhnlich folgt der Kugelblitz auf einen Funkenblitz. Durch diesen entsteht in der Luft ein regelrechter Kanal mit verdünnter Luft, wo sich die Elektrizitäten leicht entladen kön-

nen. Nun ist nach Hann die Entladung mit dem einmaligen Blitze noch nicht vorüber, sondern in dem vorhandenen Blitzkanal fließt noch weiter das elektrische Fluidum. Durch den Einfluß dieser Ströme wird, wenn diese länger dauern, am oberen Ende der Röhre ein gewisses Quantum Luft mit starker elektrischer Ladung versehen, kommt durch sie zum heftigsten Glühen und bewegt sich zugleich, durch die Erdladung angezogen, abwärts: der Kugelblitz.

Das elastische Hüpfen des Kugelblitzes, welches beachtenswerterweise nur auf solchen Böden beobachtet wird, die die Elektrizität nicht leiten, kann man sich durch einfaches Abprallen der Luftmasse erklären, die ja nicht allein der elektrischen Kraft, sondern auch der Schwerkraft, der Elastizität usw. unterworfen ist.

Nur das krachartige Zerplatzen der Kugel ist noch einigermaßen rätselvoll. Vielleicht kann man denken an eine regelrechte Explosion eines durch das Glühen der Luft und durch den Einfluß der elektrischen Ladung entwickelten Gasstoffes. Wir wissen, daß die Elektrizität imstande ist, Flüssigkeiten und Gase in ihre chemischen Bestandteile zu zerlegen. Hier wird die Luft in Stickstoff und Sauerstoff, die vorhandene Feuchtigkeit in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt, worauf sich ein loses Gemisch vom vorhandenen Sauerstoff und dem Wasserstoff bildet, genannt Knallgas, welches durch die Hitze zur Explosion gebracht wird. Daß diese Explosion nicht in allen Fällen beobachtet wird, liegt wohl daran, daß nicht immer

die genügende Feuchtigkeit in der Nähe ist, um den nötigen Wasserstoff zu liefern.

Wenn die nachträgliche elektrische Entladung durch die vorhandene Kanalisation nur kurze Zeit dauert, aber energisch auftritt, so ordnen sich in diesem Band verdünnter Luft die Jonen so, daß abwechselnd je ein Konglomerat positiver Jonen auf ein solches negativer Jonen folgt, wobei aber die Zahl der positiven Jonen der allgemeinen positiven Luftladung wegen größer ist. Nun fährt in der vorbereiteten Blitzbahn ein gewöhnlicher Blitz zur Erde, doch es geraten dabei nur die Massen der negativ geladenen Luftteile ins Glühen. Der Blitz hat dann das Aussehen einer langen Perlenschnur, weshalb man auch diese Erscheinung allgemein Perlenschnurblitz getauft hat.

Inhalt.

Deutsche Jugend- und Volksbibliothek.

Kleines Format, frühere Ausstattung,
kartoniert je 75 Pfg., in Halblederband je 95 Pfg.

Bei Abnahme von 10 Bändchen à 70 ₰, geb. à 90 ₰,
" " " 50 " à 65 ₰, " à 85 ₰,
" " " 100 " à 60 ₰, " à 80 ₰.

61. Adelberg, Dr. H., Jean Martel. Ein Bekenner auf den Galeeren.
16. Aesops und anderer weiser Meister Fabelschatz. 2. Aufl.
122. Alcock, D., Kreuz u. Krone. Lebens- u. Leidensgesch. e. Hugenotten. 3. Aufl.
81. Barth, Dr. C. G., Vier Erzählungen.
91. — — Der Negerkönig Zamba. Eine Sklavengesch. 4. Aufl.
96. — — Lebensbilder. Vier Erzählungen.
111. — — Fünf Erzählungen.
131. Berthold, H., Die Kinder des Geächteten. Erzählung.
136. — — Das Testament. Ein Stück Leben a. d. guten alten Zeit.
24. Beutelspacher, Fr., Erzählungen eines alten Jägers. 2. Aufl.
41. Blaul, Fr., Alte und neue Geschichten.
46. — — Glaubenstreue, oder die Wallonen in der Pfalz. 2. Aufl.
56. — — Der Stiefsohn. 2. Aufl.
71. Bonnet, J., Das Grafenschloß in den Sevennen. 3. Aufl.
93. Braun, Dr. Fr., Martin Luther im deutschen Lied. 2. Aufl.
141. Brüschweiler-Wilhelm, Benjamin Franklins Lebensgeschichte.
126. Burk, A., Der blinde Heinrich. Erzählung.
142. — — Meister Bernhard oder Im Feuer bewährt. Erzählung.
4. Caspari, K. H., Alte Geschichten aus dem Spessart. 8. Aufl.
5. — — ‚Zu Straßburg auf der Schanz.‘ Dorfsagen. 8. Aufl.
132. — — Der Schulmeister und sein Sohn. 18. Aufl.
137. — — Christ und Jude. Eine Erzählung aus dem 16. Jahrh. 2. Aufl.
145. — — Schatzkästlein von Erzählungen aus Casp. ‚Geistliches u. Weltliches.‘ I.
146. — — Schatzkästlein von Erzählungen aus Casp. ‚Geistliches u. Weltliches.‘ II.
191. Dorsch, Paul, Elsäßische Wanderfahrten. Wörther u. a. Erinnerungen.
192. Dorsch, Tony, Bruder Johannes. Erzählung a. d. Hohenstaufenzeit.
101. Eberhardt-Bürck, A., Maria, die Kleidermacherin.
6. Edelsteine deutscher Gedichte und Lieder. 2. Aufl.
31. Flammberg, G., Der Vogelsteller vom Eschlippthal. 2. Aufl.
36. — — Vom treuen Kunrad. 2. Aufl.
51. — — Bilihild. Erzählung aus dem 8. Jahrhundert.
57. — — Die Rückkehr der Waldenser im Jahr 1689.
66. — — Ein deutscher Mann. Anh.: Brombeeren.
181. Friis, J. A., Lajla od. Von Finnmarken. Nord. Schilderungen v. Th. Traub.
123. Frohnmeyer, Imm., Bilder aus der französischen Revolution.
29. Frohnmeyer, Dr. L., Johannes Kepler, der große Astronom.
133. — — General-Feldmarschall Graf Helmut v. Moltke. 2. Aufl.
171. — — Graf Albrecht v. Roon, Generalfeldmarschall.
182. — — Georg Washington, der große Amerikaner.
13. Frommel, D. Em., Familienchronik eines geistlichen Herrn. 6. Aufl.
25. — — Aus vergangenen Tagen. Erzählungen. 5. Aufl.
72. — — Joh. Abr. Strauß. Westfäl. Pfarroriginal. 2. Aufl.
76. — — Dr. Aloys Henhöfer. Ein süddeutsches Pfarroriginal. 2. Aufl.
112. Gans, Emil, König David. Eine biblische Erzählung.
1. Gedichte, deutsche, zur deutschen Geschichte. 2. Aufl. von Dr. G. Klee.
37. Glökler, J. P., Johann Jakob Moser, der Patriot.
82. Gotthelf, Jerem. (Pf. Bitzius), Schweizer-Geschichten. 2. Aufl.
113. — — Der Knabe des Tell. Erzählung. 3. Aufl.

116. Gotthelf, Jerem., Dursli oder Der heilige Weihnachtsabend. 2. Aufl.
166. Gräpp, E. W., Die Fischerhütte a. Eriesee. Indianer u. Weiße i. Nordamerika.
7. Grube, A. W., Blicke ins Seelenleben der Tiere. 4. Aufl.
11. — — Scharnhorsts Leben und Wirken. 4. Aufl.
12. — — General Gneisenau. 4. Aufl.
18. — — Abraham Lincoln. 2. Aufl.
21. — — Aus der Alpenwelt der Schweiz. 3. Aufl.
32. — — Der welsche Nachbar. Lebensbilder aus dem Krieg von 1870/71. 4. Aufl.
47. — — Napoleons Kriegszug nach Moskau im Jahr 1812. 5. Aufl.
38. Guntisberg, Marie, Eine Deutsche im Osten. 2. Aufl.
196. Haardt, J., Der Götterbote. — Zum heiligen Grab. Zwei Erzählungen.
147. Hackenschmidt, K., Alte und neue Geschichten aus dem Elsaß.
186. Hebel's Schatzkästlein ausgewählter Erzählungen.
127. Heinrich, E., Friedrich Friesen und die Lützower 1813/15.
148. — — General Bülow von Dennewitz. Ein Held der deutschen Freiheitskriege.
97. Hofacker, Ludwig, Deutscher Rätselschatz. Altes und Neues.
114. — — Johannes Brenz und Herzog Ulrich von Württemberg.
42. Hoffmann, E., Die Schwaben an der Marne 1870/71. 2. Aufl.
151. Hoffmann, Paul, Johannes Arndt in Braunschweig.
156. — — Paulus Gerhardt, der große geistliche Sänger Deutschlands.
197. Hoorn-Cremer, M. v., „Unt. seinem Schirmen." — Glauben u. Wirken.
26. Jauß, Ad., Juda. Erzähl. a. d. Zeit d. Zerstörung Jerusalems. 2. Aufl.
98. Klee, Dr. Gotth., Langobardische Sagen und Geschichten.
102. — — Der arme Mann im Tockenburg. Eine Schweizer Geschichte.
106. — — Alte deutsche Märlein und Schwänke.
115. — — Eines deutschen Volkes Ruhm und Untergang. Erzählungen.
124. — — Drei Erzählungen aus dem deutschen Mittelalter.
128. — — Wunderliche Schicksale des armen Simplex.
152. — — Fünf Erzählungen.
161. — — Abenteuer und Taten Joachim Nettelbecks. 2. Aufl.
167. — — Vom Hirtenbüblein zum Professor. Aus Thomas Platters Leben.
176. — — Diener des Kreuzes unter unseren heidnischen Vorfahren.
187. — — Fürst Blücher. Leben und Taten des tapferen Marschall Vorwärts.
103. Kübler, Th., General Gordon, der Held und Christ. 2. Aufl.
193. Lange, Heinrich, Verschlungene Wege. Erzählung.
157. Lenk, M., Im fernen Westen. Deutsche Ansiedler in Nordamerika. 2. Aufl.
117. Liebrecht, M., Ein Bettelkind. Erzählung. 2. Aufl.
58. Merz, Dr. Heinr., Luise, Königin von Preußen. 3. Aufl.
77. — — Albrecht Dürer, der große deutsche Künstler.
67. Müller, C. W., Aus der Irre. Kriegserzählung von 1870/71.
73. — — Ein altes Bild.
14. Mürdter, Fr., Die blitzende Legion. Erzählung a. d. 2. Jahrh. 2. Aufl.
198. Neeff, Dr. Adolf, Ludwig Uhland. Ein Lebensbild.
138. Oberlin, Joh. Friedrich, Pfarrer im Steintal. Leben und Wirken. 2. Aufl.
62. Paulus, Dr. J., Zoraide. Erzählung aus dem heil. Lande.
86. — — Judas der Galiläer. Erzählung aus der Zeit der Geburt Christi.
94. — — Die Hochzeit zu Kana.
99. — — Herodias. Eine Erzählung aus der Zeit Christi.
104. — — Der Jüngling zu Nain.
107. — — Barabbas. Eine Erzählung aus der Zeit Christi.
118. — — Aus Nacht zum Licht. Erzähl. aus der Zeit der Apostel.
125. — — Maria. Erzählung aus der Zeit der Zerstörung Jerusalems.
129. — — Der Brand von Rom. Aus der Christenverfolgung.
134. — — Viktoria. Erzählung aus der Kirche der Katakomben.
139. — — Perpetua. Eine Märtyrergeschichte a. d. Christengemeinde in Karthago.
153. Paulus, Wilh., Paul Warnefrit. Erzählung aus d. Zeit Karls d. Gr.
19. Pressel, P., Christoph, Herzog zu Württemberg. 2. Aufl.
43. Rebe, Maria, Am Eichstein. 2. Aufl.
53. — — Andreas König. Eine Elsässer Geschichte.

100. Weitbrecht, G., Von d. Blockhütte z. Präsidentenpalast. Lebensgesch. J. Garfields. 2. A.
140. — — Umwege und Abwege. Zwei Erzählungen.
149. — — Kämpfe und Siege. Drei Erzählungen.
164. — — Menschenwege und Gotteswege. Zwei Erz. aus älterer u. neuerer Zeit.
170. — — Fürst Bismarck.
180. — — Aus Stadt und Land.
85. Weitbrecht, Rich., Der Prophet von Siena. Erzählung.
39. Wießner, H., Wild gewachsen. Erzählung. 2. Aufl.
50. — — Verlorene Söhne. Geschichten aus dem Gefängnis.
60. — — Fabrikant oder Meister? Erzählung.
175. — — Wilhelm Zorn. Ein Lebensbild aus dem Zuchthause.
185. — — Der Heldensäbel. Eine Soldatengeschichte aus großen Zeiten.
190. — — Irrfahrten. Verlaufen. Vergondelt. Ernstes und Heiteres.
195. — — Falsch gemünzt. Eine Geschichte aus der Seelsorge.
200. — — Das Darsemoor. Eine Erfindergeschichte aus Stadt und Land.
3. Wild, K., Der Seidenweber. Erhard Daubitz. 2 Erzählungen. 3. Aufl.
8. — — Kriminalgeschichten aus älterer und neuerer Zeit. 2. Aufl.
15. — — Lebensbilder. 2. Aufl.
69. — — Aus dem Leben und aus Büchern. 2. Aufl.
65. Willms, A., Das Kind der Krabbenfrau.
70. — — Die Böcklenburg. A. d. Gesch. d. Dithmarser Bauernschaft.
165. — — Friedrich Perthes, ein deutscher Buchhändler und Patriot.
80. Zeller, M., Dr. G. H. v. Schuberts Jugendgeschichte.
90. — — Dr. G. H. v. Schuberts Tagewerk und Feierabend.

Großes Format, neue Ausstattung, Halblederband oder Leinenband je Mk. 1,20.

92. Bauer, Dr. L., Karl Theodor Körners Leben. 2. Aufl.
221. Beyer, L., Rani Mohani, eine indische Heldenfrau.
201. Bidlingmaier, Dr. F., Zu den Wundern des Südpols. Erlebnisse a. d. Deutschen Südpolarexpedition 1901—1903. Mit 23 Abb. n. Photographien.
231. Dreis, J., Aus dem Reiche der Wolken.
226. Fricke, K., John Paton, der Apostel der Neuen Hebriden.
20. Frommel, D. Em., Der Heinerle von Lindelbronn. 12. Aufl.
30. — — In zwei Jahrhunderten. 6. Aufl.
40. — — ‚O Straßburg, du wunderschöne Stadt.‘ 7. Aufl.
52. — — Aus dem untersten Stockwerk. 7. Aufl.
121. — — Aus goldnen Jugendtagen. (Forts. d. Untersten Stockwerks.) 4. Aufl.
206. Haardt, J., Ich hatt' einen Kameraden. — Tante Salome. Zwei Erzählgn.
216. Kölsch, Dr. K. Ad., Biologische Spaziergänge durch die Kleintier- und Pflanzenwelt. Mit 15 Abbildungen im Text.
227. — — Mit Vögeln und Fischen auf Reisen.
232. Lang, Paul, Vier Säcke. Histor. Erzählung.
203. Lange, H., Klar zum Gefecht. Bilder aus der deutschen Seekriegsgeschichte.
217. — — Unter Segeln und Dampf. Seegeschichten aus alter und neuer Zeit.
208. Liliencron, A. v., Nach Südwestafrika. Erlebnisse aus dem Hererokriege nach Briefen von Mitkämpfern.
211. — — Der Entscheidungskampf am Waterberg.
218. — — Bis in das Sandfeld hinein.
233. Maclaren, Jan, Ein Doktor von der alten Schule.
228. Marquardsen, A., Sonnenaufgang. E. Geschichte a. d. Zt. vor 100 Jahren.
222. Neeff, Ad., Unter dem großen König. (Friedrich II.)
63. Pichler, Luise, Konrad Widerhold, der Kommandant v. Hohentwiel. 2. A.
74. — — Der Schreckenstag von Weinsberg. 2. Aufl.
207. Rebe, Maria, Unter einem Dach. Eine Erzählung.

Erzählungen von N. Fries,

† Hauptpastor in Heiligenstedten.

Die unterstrichenen Titel sind in den letzten Jahren in neuer Auflage erschienen.

Bilderbuch zum heiligen Vater-Unser. Neun Erzählungen. 16. Aufl. Brosch. M 3.—, geb. M 4.—

Unsers Herrgotts Handlanger. Gesch. v. d. kleinen Leuten im Himmelreich. 11. Aufl. Brosch. M 2.—, geb. M 2.80.

Die Frau des Ulanen. Eine kleine Erzählung aus großer Zeit. 9. Aufl. M 1.20, geb. M 1.60.

Geelgöschen. Eine Geschichte zum vierten Gebot. 9. Aufl. M 1.20, geb. M 1.60.

Kinder der Armut. Ein Zeitbild aus dem Gebiet der inneren Mission. 2. Aufl. M 1.50, geb. M 2.—

Gottes Stadt und ihre Brünnlein. 4. Auflage. Brosch. M 3.—, geb. M 4.—.

Das Haus auf Sand gebaut. Eine Geschichte zum ersten Gebot. 7. Aufl. M 1.50, geb. M 2.—

Meister Spatz und die Seinen. 2. Aufl. 50 ₰, geb. 80 ₰.

Aus unsern jungen Tagen. 2. Aufl. 80 ₰, geb. M 1.20.

Die Auswanderer. Eine Erzählung. 2. Aufl. M 2.40, geb. M 3.20.

Harte Zucht. Eine Geschichte zum vierten Gebot. 7. Aufl. M 1.—, geb. M 1.40.

Sanct Laurentii Altartuch. Eine historische Erzählung. M 1.20, geb. M 1.60.

Die Priorissa. Ein edl. Frauenbild a. d. Klosterleben des 15. Jahrh. 2. Aufl. Brosch. M 1.60, geb. M 2.20.

Onkel Jakob. Eine Geschichte zur heiligen Weihnacht. 2. Aufl. Brosch. M 1.—, geb. M 1.40.

Nach Gottes Rat. 2 Erzhlgn. **Wie Käthe Diakonisse wird. Ein Vermächtnis.** 3. Aufl. M 1.20, geb. M 1.60.

Gesammelte Aehren. Aus d. Nachl. M 2.80, geb. M 3.60.

„Das sind Volkserzählungen, wie ein gesundes Gemüt sie liebt. Anschaulich, kernig und fesselnd versteht Fries zu erzählen, führt gleich mitten hinein ins Volksleben und zeigt menschliches Denken und göttliches Lenken.“



